Das

mechanische Relais.

Mechanismen zur Ausführung indicirter Bewegungen.

Eine synthetische Studie

von

F. Lincke,
Professor der Maschinenbaukunde an der technischen Hochschule in Darmstadt.

Vorgetragen in der Section für Maschinenbau der XX. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure.

Mit neun lithographirten Tafeln

Separatabdruck aus der Zeitschrift des
Vereins deutscher Ingenieure.

Berlin, 1880.
Verlag von Rudolf Gaertner.

1970
VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

GRUNDLAGENSTUDIEN

AUS

KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

BEIHEFT ZU BAND 10

1970

Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn

Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

VORWORT

Am 26. August 1879, zur 20. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure, Sektion Maschinenbau, hielt Felix Lincke, Professor für Maschinenbaukunde an der Polytechnischen Schule (später Technische Hochschule) Darmstadt, den hier nachgedruckten Vortrag. Dieser Vortrag wurde erstmals veröffentlicht in der VDI-Zeitschrift (23, 509-524 und 577-616) im Jahr 1879 und ein Jahr später als Buch.

Dieser Aufsatz ist so klar geschrieben, daß eine Erläuterung zum Text überflüssig scheint. Es soll nur auf einige Punkte hingewiesen werden, die den Text als wahrscheinlich erstes Zeugnis kybernetischen Denkens so wichtig machen:

1. Es wird eine vollständige Einteilung der damals benutzten Regler gebracht. Dabei werden Stellglieder "mechanische Relais" genannt, da sie meist von Servomotoren betrieben wurden. Der gesamte Mechanismus wird "Dictator" genannt, um zum Ausdruck zu bringen, daß er seinen Weg unabhängig von jedem äußeren Einfluß oder Störung geht.

2. Zum erstenmal werden in dieser Klarheit die notwendigen Teile eines Regelkreises aufgezählt und ihre Funktionen in allgemeingültiger Weise charakterisiert.

3. Dieses allgemeine Schema eines Regelkreises wird auf ein biologisches System, die Willkürbewegung des Menschen, übertragen.

4. Es wird die Entwicklung der Maschine von der Arbeitsmaschine über die Kraftmaschine hin zum Automaten charakterisiert.

Wenn man sich Wieners Definition von Kybernetik "Control and Communication in the Animal and the Machine" zueigen macht, dann hat Lincke ein kybernetisches Modell entwickelt, indem er den Regelkreis analysiert hat, um gleichermaßen technische wie biologische Systeme beschreiben zu können. Hier wird auch gezeigt, wie sich durch die Objektivation der Kraft zunächst die Kraftmaschine, durch Objektivation der Steuerung schließlich der Automat entwickelt - ein Gedanke, der später von Schmidt als die Objektivierung des menschlichen Handlungskreises beschrieben wurde.

Zur Person von Felix Lincke (1840 - 1917) ist fast nichts bekannt, da die Archive der Technischen Hochschule Darmstadt zerstört wurden. Seine anderen Veröffentlichungen im Handbuch der Ingenieurwissenschaften (Leipzig: Engelmann, 1880 - 1925 in mehreren Auflagen) über die Wasserversorgung der Städte, Last-

hebemaschinen, Baumaschinen und besonders das Buch "Maschinen-Elemente" (4. Aufl., Darmstadt, 1893), ein Kollegbuch zur Anleitung beim technischen Zeichnen, bewegen sich ganz im üblichen technischen Rahmen, ohne daß er auf seine hier nachgedruckte Veröffentlichung noch einmal bezug genommen hätte. Lincke wurde 1911 emeritiert. Einer seiner Studenten+) aus dieser Zeit schildert ihn als eher trockenen, fast pedantischen akademischen Lehrer, der in seinen Vorlesungen über das Detail nicht hinausging.

Der Aufsatz muß 1879 eine weite Verbreitung gefunden haben, sonst wäre er nicht zusätzlich als Buch veröffentlicht worden. Warum aber wurden diese Ideen, die unmittelbar nach den Veröffentlichungen von Schmidt und Wiener zur Begründung einer neuen Wissenschaft führten, damals nicht weiterentwickelt, sondern offenbar vergessen? Die bisher erschienenen Arbeiten, die versuchen, die Geschichte des Regelkreises zurückzuverfolgen, geben auf diese Frage keine Antwort (Adolph 1961; Mayr 1969; Henn 1969). So ergibt sich, daß für dieses Kapitel jüngster Wissenschaftsgeschichte sich weder von historischer, von philosophischer noch von naturwissenschaftlicher Seite eine Theorie anbietet, die uns erklären könnte, warum Kybernetik nicht 1879 entstand, sondern 1948, als Wiener ihr diesen Namen gab. Hier wird deutlich, daß das Gebäude der Wissenschaften, das aus logisch verknüpften Teilen besteht, nach Regeln gebaut ist, die wir nicht verstehen; es bereitet uns sogar Schwierigkeiten, diese Regeln empirisch zu fassen.

VOLKER HENN

Literatur:

Adolph, E.F. — Early Concepts of Physiological Regulations, Rev. Physiol. 41, 737-770 (1961)

Henn, V. — Materialien zur Vorgeschichte der Kybernetik, Studium Generale 22, 164-190 (1969)

Mayr, O. — Frühgeschichte technischer Regelungen, München, Oldenbourg, 1969

Schmidt, H. — Die anthropologische Bedeutung der Kybernetik, Quickborn, Schnelle, 1965

Wiener, N. — Cybernetics, Paris - New York, Freymann, 1948

+) Ing. Hahn, Berlin, persönliche Mitteilung

Das

mechanische Relais.

Mechanismen zur Ausführung indicirter Bewegungen.

Eine synthetische Studie

von

F. Lincke,
Professor der Maschinenbaukunde an der technischen Hochschule in Darmstadt.

Vorgetragen in der Section für Maschinenbau der XX. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure.

Mit neun lithographirten Tafeln

Separatabdruck aus der Zeitschrift des
Vereins deutscher Ingenieure.

Berlin, 1880.
Verlag von Rudolf Gaertner.

Fotomechanische Reproduktion aus der

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

Unter besonderer Mitwirkung

von

Dr. E. F. Dürre,
ordentl. Professor der Hüttenkunde und Probirkunst
am Polytechnicum in Aachen

Dr. K. List,
Lehrer der Chemie und chemischen Technologie an der
königl. Gewerbeschule in Hagen

und

H. Ludewig,
ordentl. Professor der Maschinenbaukunde an der königl.
technischen Hochschule in München

R. R. Werner,
ordentl. Professor der Maschinenbaukunde an der grossherzog
technischen Hochschule in Darmstadt.

Redigirt

von

R. Ziebarth,
Civil-Ingenieur in Berlin.

Band XXIII.
(Dreiundzwanzigster Jahrgang.)
1879.

Inhalt.

Das mechanische Relais.

Eine kinematische Studie von Professor **F. Lincke** in Darmstadt.

(Vorgetragen in der Section für Maschinenbau der XX. Hauptversammlung des Vereines am 26. August 1879.)

(Hierzu Blatt 24 bis 32.)

Einleitung.

Die Maschinen dienen zur Ausführung von Bewegungen. Zweck der Bewegungen ist die Verrichtung nützlicher Arbeit. Die Bewegungsform ist durch die Art des Mechanismus bedingt, Sinn und Geschwindigkeit der Bewegung hingegen sind abhängig von dem Sinne der treibenden Kraft sowie von dem Verhältniss derselben zum Widerstand.

Wesentlich für die Wirkungsweise der Maschine ist ferner die Art der Anwendung der treibenden Kraft, in welcher Beziehung im Allgemeinen directe und indirecte Uebertragung unterschieden werden.

Ein Beispiel der directen Uebertragung zeigt die durch Fig. 1, Blatt 24 dargestellte Anlage eines Geschwindigkeitsregulators für eine Kraftmaschine. Jeder Stellung der Hülse J des Tachometers T entspricht eine

bestimmte Stellung der Drosselklappe E, vermittelst welcher der Zufluss motorischer Flüssigkeit vom Reservoir R aus nach der Kraftmaschine hin in Uebereinstimmung mit dem von ihr zu überwindenden, veränderlichen Widerstand erhalten wird. Treibende Kraft im Regulatormechanismus ist die an der Hülse auftretende Verticalcomponente der Centrifugalkraft, Widerstandskraft die Reibung im Mechanismus.

Als Beispiel der indirecten Uebertragung möge die Anwendung des bekannten Francis-Uebertragers*), Fig. 2, dienen, welcher in eine Unterbrechung der Stange m in Fig. 1 derart eingeschaltet werde, dass die Stange i mit dem Winkelhebel am Tachometer, die Stange e mit dem Hebel an der Drosselklappen-Achse zusammenhänge. Durch die vom Motor aus bewerkstelligte hin und her gehende Bewegung der Stange m wird die ununterbrochen schwingende Bewegung des Winkelhebels M bedingt, welcher in der senkrechten Stellung des Armes J mit seinen Zugsperrhaken a und c wirkungslos über dem gezahnten Rade E frei hin und her geht, indem letztere mit seitlich vorspringenden Bolzen auf der äusseren Seite des Steuerbogens S hinschleifen. Winkelhebel M, Arm J und Rad E sind zwar conaxial, doch je für sich drehbar. In der Mittellage des Armes J ragt der Steuerbogen S auf beiden Seiten über die extremen Stellungen der Sperrhakenkanten hinaus, so dass eine Rechts- oder Linksdrehung des Armes J um einen bestimmten Winkel erforderlich ist, um den Sperrhaken a oder den Sperrhaken c am Ende des Ausschlages mit dem Rade E gerade nur in Contact kommen zu lassen. Dieser Winkel möge Steuerungswinkel heissen und mit σ bezeichnet werden. Ist α der Schwingungswinkel des Sperrhakenträgers M, so ergiebt sich bei einer Ablenkung des Armes J von seiner mittleren Stellung um den Winkel β eine Drehung gleichen Sinnes**) des Rades E pro Schwingungsperiode im Betrage:

$$\varepsilon = \beta - \sigma$$

oder bei n Schwingungsperioden pro Minute eine mittlere secundliche Drehgeschwindigkeit ω des Rades E:

$$\omega = \frac{(\beta - \sigma)\, n}{60},$$

so lange $\beta \leqq \alpha$ ist.

Die infolge einer Geschwindigkeitsänderung durch das Tachometer eingeleitete Bewegung der Drosselklappe wird (wenn der Steuerungswinkel gleich Null ist) erst nach Ausrückung des Uebertragers d. h. erst dann aufhören, wenn die normale Geschwindigkeit wieder hergestellt und das Tachometer in seine mittlere Stellung zurückgekehrt ist.

Einen anderen, gleichfalls in eine Unterbrechung der Stange m in Fig. 1 einschaltbaren indirecten Uebertrager stellt Fig. 3 dar. Derselbe besteht zwar i Wesentlichen aus denselben Organen wie derjenige v Francis, unterscheidet sich aber von diesem hau sächlich durch andere Einleitung und Ausleitung d motorischen Kraft, indem hier die hin und her gehen Triebstange m an dem Zahnrade M angreift, der Spe hakenträger E hingegen mit der Stange e verbund ist. Statt der Zugsperrhaken im vorigen Falle si hier Drucksperrhaken vorhanden, welche bei überei stimmender Lage der Arme J und E mit seitlich vo springenden Bolzen ausser Eingriff auf dem Steue bogen S ruhen. Erfolgt nun eine Drehung des Armes beispielsweise in positivem Sinne, um einen Winkel welcher zunächst kleiner sei als der Schwingungswinkel des Rades M, und ist wie vorhin σ der Steuerung winkel, so wird infolge Einfallens des Sperrhakens dem Arme E in der positiven Hälfte der Schwingung periode des Rades M eine Drehung im Betrage:

$$\varepsilon = \beta - \sigma$$

und zwar gleichfalls in positivem Sinne mitgetheilt.

Ist $\beta > \alpha$, so bleibt zwar dieselbe Gleichung b stehen, doch erfolgt die Drehung des Armes E absetze in mehreren Schwingungsperioden, und tritt der Einflu des ohnehin möglichst klein zu wählenden Steuerung winkels σ relativ mehr zurück.

Analog ist die Erscheinung bei Drehung des Armes in negativem Sinne, so dass als Endresultat der Wirku dieses Uebertragers eine Drehung des Armes E in de selben Sinne und in demselben Betrage wie diejeni des Armes J plus oder minus Steuerungswinkel si ergiebt. Unabhängig zwar von der Geschwindigkeit d Armes J erfolgt die intermittirende Bewegung d Armes E mit der Geschwindigkeit des oscillirend Rades M, so jedoch dass (den Steuerungswinkel σ, d übrigens gleich Null sein könnte, vernachlässigt) d Summe ihrer Wege gleich ist, und irgend einer gleic förmigen Bewegung von J eine gleich grosse mittle oder resultirende Geschwindigkeit von E (die periodisch Bewegungspausen eingerechnet) entspricht bis zu de Maximum derselben:

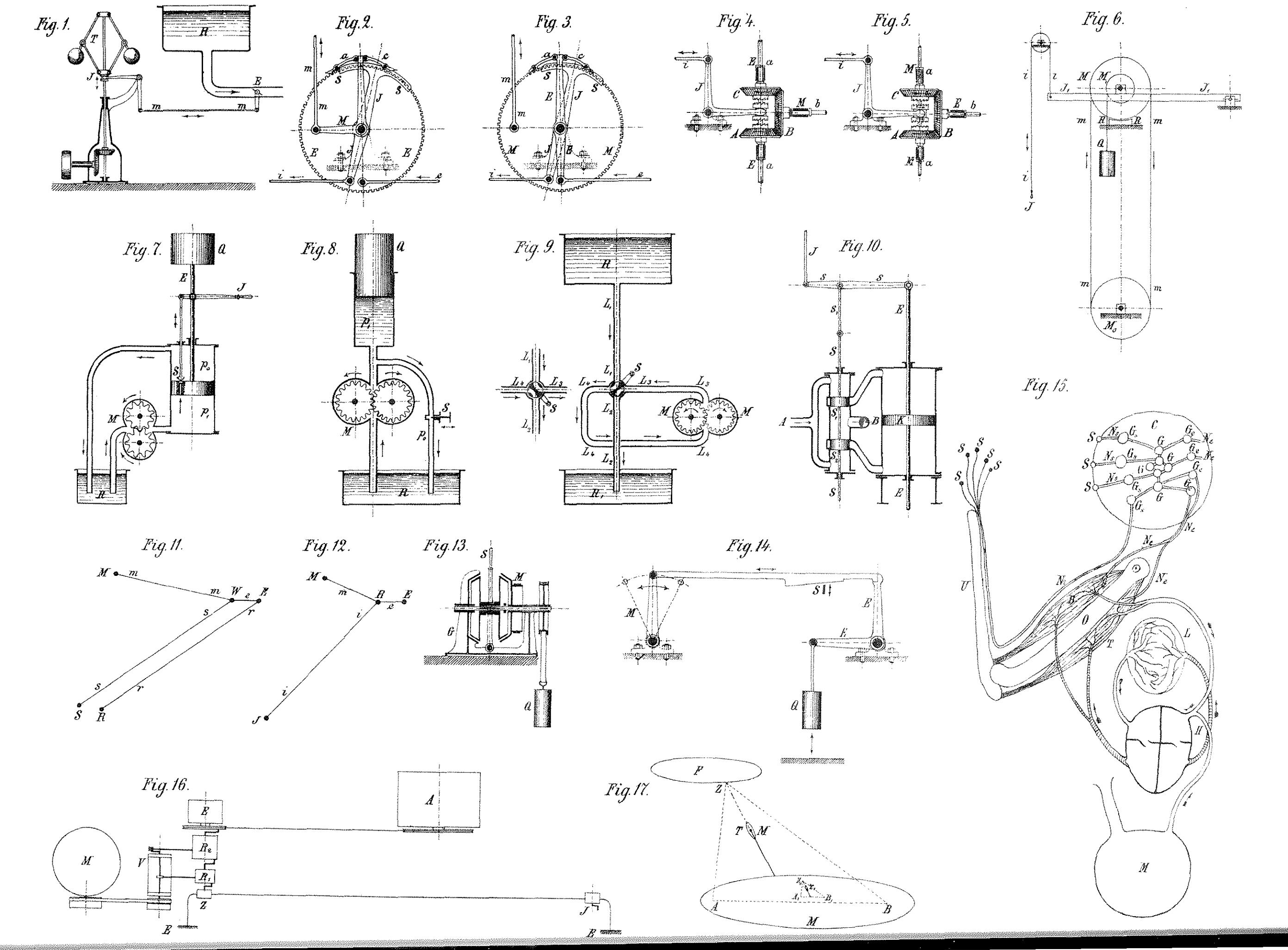
$$\omega = \frac{\alpha \cdot n}{60}$$

(n = Anzahl der Schwingungsperioden pro Minute), b welchem die der Bewegung von J gleichgesinnte B wegungshälfte der Schwingungsperioden dem Arme vollständig mitgetheilt wird und das bei kleineren G schwindigkeiten in jeder Schwingungsperiode wied kehrende Ausheben des wirksamen Sperrhakens nic mehr stattfindet. Die Ueberschreitung dieser maximal Geschwindigkeit hätte das Durchlaufen des Steuerboge und das Einfallen beider Sperrhaken bezw. eine blo Kuppelung des Armes E mit dem oscillirenden Rade zur Folge.

Das Resultat der Wirkung eines derartigen, in d Regulatormechanismus eingeschalteten Uebertragers stim demnach überein mit demjenigen der directen Ueb tragung in sofern, als in beiden Fällen jeder Tachomet stellung eine bestimmte Drosselklappenstellung entspric

*) Dieser recht einfache, in vielen Variationen ausgeführte Uebertrager ist neuerdings auch von Escher, Wyss & Co. für die Regulatoren ihrer Turbinen verwendet worden, wie auf der diesjährigen Müllerei-Ausstellung in Berlin zu sehen war.

**) Die Rechtsdrehung d. h. die Drehung im Sinne des Uhrzeigers möge positive, die Linksdrehung negative Drehung genannt werden.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.

Die zur Bewegung der Drosselklappe erforderliche Kraft jedoch wird dort durch das Tachometer hindurch auf Kosten der Regelmässigkeit des Ganges der Maschine, hier hingegen mit Umgehung des Tachometers vom Motor nach der Drosselklappe hin geleitet, wobei an der Regulatorhülse nur noch die zum Steuern des neuen Uebertragers erforderliche, verhältnissmässig sehr kleine Kraft auftritt.

Letztere Eigenschaft besteht nun zwar bei beiden indirecten Uebertragern, ihre Wirkung jedoch ist, wie schon gezeigt wurde, wesentlich verschieden, und es werden die bei Francis, wie bei anderen gebräuchlichen indirecten Uebertragern, bekanntlich unvermeidlichen, unter Umständen sehr bedeutenden Geschwindigkeitsschwankungen beim Uebergange von einem Beharrungszustand in einen neuen Beharrungszustand durch den neuen Uebertrager fast vollständig vermieden.

Der kinematische Unterschied beider Uebertrager besteht aber nur darin, dass ihre Organe von der treibenden Kraft in umgekehrter Weise durchflossen werden. Das Verhältniss derselben zu einander ist analog demjenigen von Pumpe zu Wassersäulenmaschine oder Schöpfrad zu Wasserrad, d. h. der neue Uebertrager ist die motorische Umkehrung des Francis'schen Uebertragers.

Sehen wir nun von der speciellen Verwendung dieses Mechanismus als Uebertrager für Regulatoren ab und bringen an dem Arme J einen Handgriff an, um vermittelst desselben die Drehbewegung willkürlich in wechselndem Sinne mit veränderlicher Geschwindigkeit ausführen zu können*), so wird ebenfalls die resultirende Bewegung des Armes E nach Mass, Sinn und Zeit mit derjenigen des Armes J übereinstimmen. Die Bewegung des Armes E geschieht also durch den Motor nach Massgabe der Bewegung des Armes J. Dieser zeichnet die Bewegung nur vor und der Motor leistet dabei Vorspann.

Es mögen deshalb derartige Mechanismen „Relais" und zwar „Mechanische Relais" da genannt werden, wo es sich um ihre Unterscheidung von den in der Telegraphie angewendeten elektrischen Relais handelt, deren Wirkung eine ähnliche ist.

Definition und Analyse des mechanischen Relais.

Das mechanische Relais dient dazu, Bewegungen, welche an einem entfernten Orte unter Ueberwindung der auftretenden Widerstände auszuführen sind, mit angemessener Benutzung einer ausreichenden Arbeitsquelle nach Sinn, Mass und Zeit so vor sich gehen zu lassen, wie dies von einem beliebigen Standorte aus vorgezeichnet wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erscheint in sofern wichtig für das Maschinenwesen, als sie uns zum absoluten Lenker der Maschine macht, und werden wir uns mit praktischen Anwendungen noch zu beschäftigen haben.

Die Organe jeder vollständigen Maschine mit Relais sind, wie sich a priori aussprechen lässt, folgende:

1) Die Einrichtung, vermittelst welcher wir unseren Willen zum Ausdruck bringen, nämlich der Indicator, wie der die beabsichtigte Bewegung indicirende Theil heissen möge (derselbe kann z. B. als ein mit Handgriff versehener Zeiger ausgeführt sein), und die indicatorische Leitung oder Kette, durch welche das Bewegungscommando nach dem Relais hin transmittirt und diesem mitgetheilt wird.

2) Arbeitsvorrath und Kraftmaschine, die je nach unserer Verfügung die zur Ueberwindung der Widerstände erforderliche Kraft zu leisten haben. Wo der Motor nicht unmittelbar am Relais angebracht ist, ergiebt sich zwischen beiden die motorische Leitung oder Kette für die Transmission der Triebkraft.

3) Das executive Organ d. h. der Mechanismus, mit welchem die beabsichtigte, unter Ueberwindung von Widerständen vor sich gehende Bewegung zwangsweise vollstreckt wird. Wir wollen dasjenige Glied des Mechanismus, welches mit Verrichtung mechanischer Arbeit den bezweckten Weg beschreibt, Executor und die von dem Relais aus nach demselben hin sich erstreckende Transmission executive Leitung oder Kette nennen.

4) Das Relais, in welchem die drei genannten Ketten zusammentreffen, bestehend aus Wendegetriebe und Steuerung.

Das Wendegetriebe bildet zwar einen wesentlichen Theil einer jeden Maschine, mit welcher Bewegungen in verschiedenem Sinne ausgeführt werden (als Beispiel möge der Dampfkrahn genannt werden), der wichtige Unterschied zwischen einer solchen Maschinenanlage und derjenigen mit Relais besteht aber darin, dass wir dort nach entsprechender Einrückung des Wendegetriebes den executiven Weg messen müssen und im richtigen Augenblick auszurücken haben, um das vorgeschriebene Mass des Weges zu erreichen, während hier Einrückung, Vorzeichnung des executiven Weges und Ausrückung in der Bewegung des Indicators derart zusammengefasst werden, dass der wechselnden Bewegung des Indicators eine gleichzeitige proportionale Bewegung des Executors entspricht.

Hinsichtlich der praktisch wichtigeren Bewegungsformen haben wir Relais für die geradlinig hin und her gehende Bewegung und für die Drehbewegung, also Hubrelais und Rotationsrelais zu unterscheiden. Ferner ist zu beachten, ob wir es mit Mechanismen ausschliesslich von starren d. h. beiderseitig festen Elementen oder mit solchen zu thun haben, in welchen auch Flüssigkeiten d. h. nur einseitig feste Elemente auftreten. Weiterhin aber giebt es innerhalb dieser Unterscheidungen noch verschiedene, das Relais charakterisirende Arten von Wendegetrieben, so dass zunächst ein Ueberblick über dieselben zweckmässig erscheint.

*) Um dabei nicht auf einen kleinen Drehwinkel beschränkt zu sein, ist die Anbringung von Federn nöthig, welche in allen Drucklagen des Armes E die Sperrhaken am Steuerbogen anliegend erhalten und sicher zum Eingriff bringen.

Wendegetriebe.

Eines der gebräuchlichsten Rotations-Wendegetriebe stellt Fig. 4 dar. Dasselbe besteht aus der motorischen Welle *M*, der Räderterne *A*, *B*, *C*, dem Steuerhebel *J* zur Bewegung der verschiebbaren Kuppelhülse und der executiven Welle *E*.

Dieselbe Zusammensetzung zeigt zwar auch das Wendegetriebe Fig. 5, doch ist es, wie aus den in beiden Figuren gleichbedeutenden Buchstaben hervorgeht, die motorische Umkehrung des vorigen Falles. Dort ist die Räderterne fortwährend in Rotation, hier wird sie nur bei Einrückung des Wendegetriebes in Gang gesetzt; deshalb möge ersteres laufendes Rotations-Wendegetriebe, letzteres ruhendes Rotations-Wendegetriebe genannt werden.

Das schon in der Vorbetrachtung beschriebene intermittirende Rotations-Wendegetriebe, s. Fig. 2 und 3, zeichnet sich dadurch aus, dass beide Bewegungsrichtungen an ein und demselben Gliede des Mechanismus abwechselnd auftreten. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass das Rad mit beiderseitig wirkender Verzahnung durch zwei mit einander fest verbundene Räder von einseitig wirkender, aber entgegengesetzter Verzahnung ersetzt werden kann.

Wir sind aber auch bei nur einer Bewegungsrichtung des motorischen Gliedes im Stande, in beliebigem Sinne executive Bewegung erfolgen zu lassen, wenn bei der Bewegung des executiven Gliedes im Sinne des motorischen Gliedes nicht blos die dazu an sich erforderliche mechanische Arbeit verrichtet, sondern zudem im executiven Gliede selbst noch mechanische Arbeit angehäuft wird, die nachher zu seiner Bewegung in entgegengesetztem Sinne benutzt werden kann. Wendegetriebe dieser Art mögen belastete Wendegetriebe genannt werden.

Hierher gehört beispielsweise der in Fig. 6 dargestellte, in älteren Mühlen häufig anzutreffende Aufzug. M_0 treibende, *M* getriebene Scheibe, M_1 Lastseilscheibe, *Q* Fahrstuhl mit Nutzlast. Bei entsprechender Anspannung des Riemens *m* durch Heben des Lagerbalkens J_1 mit den Scheiben *M* und M_1, was mit Benutzung des Zugseils *i* von Hand geschieht, erfolgt Hebung des Fahrstuhls mit Last.

Das Anhalten der Last und Erhalten derselben in irgend einer Höhenlage würde zwar in der Weise denkbar sein, dass durch angemessenes Senken des Lagerbalkens die Riemenspannung auf ein Mass reducirt würde, bei welchem der Riemen unter schleifender Bewegung dem Aufzuge gegen Niedergang gerade Gleichgewicht hielte, doch geschieht dies mit Vermeidung der in diesem nahezu labilen Gleichgewicht liegenden Unbestimmtheit thatsächlich einfach durch rasches Niederlassen der Scheibe *M* auf den Bremsklotz *R*, auf welchem sie vermöge ihrer Belastung durch Reibung festgehalten wird. Löst man durch Heben des Lagerbalkens die Bremse, die hier als Reibungsgesperre dient, aus, ohne den Riemen anzuspannen, so erfolgt, indem das Gewicht des Fahrstuhls als treibende Kraft auftritt, der Niedergang, der jederzeit dadurch wieder beendigt werden kann, dass man die Scheibe *M* auf den Bremsklotz zurückfallen lässt.

Ein Wendegetriebe derselben Art, gleichfalls als Hebe- und Senkmaschine dienend, im Wesentlichen nur eine constructive Modification des vorigen Falles, zeigt Fig. 13. Auf der centralen Welle sitzt festgekeilt die Lastscheibe, lose die treibende Scheibe *M* und prismatisch gepaart, vermittelst des Steuerhebels *S* axial verschiebbar, die mit zwei Frictionsscheiben versehene Kuppelhülse. Dem Bremsklotze *R* im vorigen Falle entspricht hier die Frictionsscheibe am Gestell; für die Einleitung der Triebkraft bezw. das Heben der Last, welche dort durch Anspannung des Riemens bewirkt wird, dient hier vortheilhafter Weise eine besondere Reibungskuppelung an der Riemenscheibe. Ferner ist die Steuerung an sich dort ein belastetes Wendegetriebe und demnach durch ein Zugorgan d. h. ein nur einseitig festes Organ bewegbar, während hier die Steuerkraft in wechselndem Sinne an einem beiderseitig festen Steuerhebel *S* aufzutreten hat.

Endlich zeigt Fig. 14 ein intermittirend wirkendes belastetes Wendegetriebe, von der Corliss-Dampfmaschine her wohl bekannt, welches von dem motorischen Arme *M* her dem auf der Hahnwelle sitzenden Winkelhebel *E* mit dem Gewichte *Q* (oder einer Feder statt desselben) nach Massgabe der Stellung des vom Tachometer vertical bewegbaren Anschlages *S* periodisch verschieden grosse Winkelbewegungen ertheilt. Die Reibungsstützung oder tangentiale Stützung im vorigen Falle ist hier durch Normalstützung ersetzt. Die Sperrung und die zur Regulirung der rückgängigen Geschwindigkeit dienende Bremse fehlen hier, doch liesse sich durch Ausbildung des Armes *E* zu einem Sperrrade mit zugehörigem Sperrhaken vom Gestelle aus, dessen Aushebung gleichfalls von *S* bewirkt würde, der Mechanismus zu einem Schaltwerke mit Sperrung machen d. h. dahin ergänzen, dass nach Mass und Sinn beliebige Bewegung executirt werden könnte.

Hub-Wendegetriebe lassen sich aus den Rotations-Wendegetrieben dadurch herstellen, dass an Stelle der getriebenen Räder Zahn- oder Frictionsstangen verwendet werden oder, wie bisherige Beispiele schon zeigten, die Drehbewegung des Rotations-Wendegetriebes in eine gleichgesinnte geradlinige Bewegung umgewandelt wird.

Von besonderem Interesse sind noch die Flüssigkeits-Wendegetriebe, deren Bildung, wie der Vergleich zeigen wird, derjenigen der bisherigen Wendegetriebe analog ist.

Fig. 8 zeigt ein continuirlich wirkendes belastetes Flüssigkeits-Wendegetriebe, zu dessen Bewegung hier das ununterbrochen rotirende, motorische Kapselräderwerk *M* dient. Durch Drosselung des vom Reservoir *R* aus durch das Kapselräderwerk gehenden und oberhalb von dem Druckrohre aus wieder zurückkehrenden Flüssigkeitsstromes vermittelst des Schieberventils *S* lässt sich die Pressung p_1 der Flüssigkeit unter

dem belasteten Kolben Q, bezw. der Druck auf diesen, so reguliren, dass derselbe unter Ueberwindung der auftretenden Widerstände sich auf oder ab bewegt oder in Ruhe bleibt. In diesem Falle ist, wenn von der Kolbenreibung abgesehen wird, das Gleichgewicht allerdings nur ein labiles. Die Wirkung ist dieselbe wie bei dem Wendegetriebe Fig. 6, nur fehlt die dort mit dem Bremsklotze bewerkstelligte Sperrung hier gänzlich. Diese ist durch Abstellung des Motors oder ohne Unterbrechung seines Ganges dadurch herstellbar, dass vermittelst eines Hahns die Leitung nach dem Cylinder hin abgeschlossen und zugleich eine andere Leitung geöffnet wird, die entweder als Leerlauf dienen oder nach einem Accumulator hinführen kann. Hierauf beruhen z. B. die verschiedenen Systeme von Dampf- und hydraulischen Krahnen.

Das Analogon zu dem intermittirend wirkenden belasteten Wendegetriebe in Fig. 14 würde durch Anwendung einer Kolbenpumpe herzustellen sein.*)

Das in Fig. 8 vorgeführte belastete Hub-Wendegetriebe lässt sich, wie Fig. 7 zeigt, dahin umbilden, dass der Flüssigkeitsstrom den belasteten Kolben durchschreitet. Die Steuerung geschieht zwar hier wieder durch Drosselung bezw. durch Veränderung des auf den Kolben wirksamen specifischen Druckes $p_1 - p_0$ vermittelst des Ventils S, dieses wandert aber nun mit dem Kolben, während dasselbe im vorigen Falle stationär war.

Wir kommen nun zu den Flüssigkeits-Wendegetrieben mit Stromwendung d. h. mit Umkehrung des Bewegungssinnes der motorischen Flüssigkeit. Dieselbe kann, Fig. 9, mit Benutzung des Steuerhahns S vom Oberreservoir R nach dem Unterreservoir R_1 Arbeit verrichtend in beliebigem Sinne durch die (hier als Kapselräderwerk dargestellte) Kraftmaschine M geleitet werden; entweder, wie aus der Hauptfigur hervorgeht, auf dem Wege:

$$R - L_1 - L_4 - M - L_3 - L_2 - R_1,$$

die Kraftmaschine aufwärts durchschreitend, oder, wie die Nebenfigur zeigt, auf dem Wege:

$$R - L_1 - L_3 - M - L_4 - L_2 - R_1,$$

die Kraftmaschine abwärts durchlaufend.

Auch bei Kolbenmaschinen kann die Stromwendung zur Herstellung eines Rotations-Wendegetriebes benutzt werden, wie dies bei den, besonders für Förderanlagen häufig angewandten Dampfmaschinen mit sog. Dampfumsteuerung der Fall ist. In solchen Maschinen wird ohne Veränderung der Stellung des Vertheilungsexcentrik zur Kurbel durch blosse Verstellung des Umsteuerungsschiebers der Kesseldampf entweder vom Schieberkasten aus in den Dampfcylinder und nach der Arbeitsverrichtung von diesem aus unter dem Muschelschieber durch den Mittelcanal entlassen oder umgekehrt vom Mittelcanal aus durch den Dampfcylinder nach dem in diesem Falle mit der Exmissionsleitung communicirenden Schieberkasten geleitet. Bekanntlich wird den Vertheilungsschiebern derartiger Maschinen behufs Reduction der Compression nur eine sehr geringe oder gar keine Ueberdeckung gegeben. Zur Vermeidung von Todtlagen d. h. um die Ingangsetzung in allen Winkelstellungen zu ermöglichen, werden in der Regel zwei Maschinen unter rechtem Winkel gekuppelt.

Dieses Rotations-Wendegetriebe ist aber noch bemerkenswerth dadurch, dass es in der Kolbenmaschine an sich ein Hub-Wendegetriebe enthält, welches gleichfalls auf Stromwendung beruht, wie an dem in Fig. 10 dargestellten Beispiel einer gewöhnlichen Kolbenmaschine mit den beiden Kolbenschieberhälften S_1 und S_2, Admissionsleitung A und Exmissionsleitung B leicht zu verdeutlichen ist.

Bringt man durch entsprechende Abwärtsbewegung des Vertheilungsschiebers den oberen Canal mit der Admissionsleitung, den unteren Canal mit der Exmissionsleitung in Verbindung, so entsteht vom Schiebergehäuse aus durch den oberen Canal, durch den Cylinder hindurch und durch den unteren Canal zwischen den beiden Schieberhälften hindurch nach der Exmissionsleitung hin ein Flüssigkeitsstrom von positivem Sinne, welcher den Niedergang des in ihm eingeschalteten Kolbens bedingt. Durch die Aufwärtsbewegung des Vertheilungsschiebers erfolgt eine Vertauschung der Communicationen, die Wendung des Stromes und damit der Aufwärtsgang des Kolbens. Diese von Hub zu Hub wiederkehrende Stromwendung in der Kraftmaschine selbst ist also bei dem vorhin beschriebenen Rotations-Wendegetriebe, der Kolbenmaschine mit Umsteuerung, ebenfalls und zwar selbstthätig wirkend vorhanden, dient aber dort nur zur Hubwendung, während unabhängig davon die Wendung der Rotation mit dem in Fig. 9 dargestellten Umsteuerungshahn bewirkt wird. Wir haben es demnach mit

*) Es ist an dieser Stelle auf Reuleaux's interessante Darstellung der Sperr- und Schaltwerke, insbesondere der Flüssigkeits-Schaltwerke, sowie der Ausrückungen und Wendegetriebe in seinem Werke „Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens", ferner auf die von ihm in den „Verhandl. des Vereines zur Bef. des Gewerbefl. in Preussen", Jahrg. 1877 veröffentlichte Arbeit: „Ueber die Sperrwerke und ihre Anwendungen" hinzuweisen, welche Materien durch die hier vorliegenden Betrachtungen nach verschiedenen Richtungen eine Erweiterung erfahren. Der dort von Reuleaux gewählten, nicht als zutreffend erscheinenden Benennungen möchten wir, obgleich dieselben in der von Prof. Gustav Herrmann bearbeiteten, neuen Auflage von Weisbach's „Ingenieur- und Maschinenmechanik", dritter Theil, S. 878 theilweise eingeführt sind, uns doch um so weniger bedienen, als die gebräuchlichen Namen an Deutlichkeit kaum etwas zu wünschen übrig lassen dürften. Reuleaux's laufendes Gesperre (Beispiel: Sperrwerk einer Hebemaschine) nennen wir einseitig wirkendes Gesperre, sein ruhendes Gesperre (Beispiel: Locomotivsteuerhebel mit Stellriegel und gezahntem Bogen) beiderseitig wirkendes Gesperre, während wir unter ruhendem Gesperre das Gesperre im primitiven Sinne des Wortes d. h. das zur blossen (einseitigen oder beiderseitigen) Festhaltung dienende Gesperre verstehen und unter laufendem Gesperre das zum Mitnehmen und Treiben eingerichtete Sperrwerk oder kurzweg Schaltwerk, welches übrigens, wie leicht erkennbar, um ein kinematisches Glied reicher ist als das in ihm enthaltene Gesperre an sich. Mit rückläufiger Bewegung eines Schaltwerkes dürfte eher der wirkungslose Rückgang des treibenden Gliedes bezeichnet werden, als das, was Reuleaux damit meint, nämlich die motorische Umkehrung, welche wir am Uebertrager von Francis vornahmen.

einer Combination zweier Steuerungen bezw. Stromwendungen zu thun: durch die eine, die selbstthätig wirkende, wird die Bewegungsfigur der motorischen Flüssigkeit, durch die andere, die willkürlich bewegbare, der Sinn der Bewegung in dieser Figur und damit der Sinn der executiven Rotation bestimmt.

Endlich aber kann die Stromwendung auch noch (statt zwischen Schieberkasten und Mittelcanal) innerhalb der Kolbenmaschine selbst behufs Wendung der Rotation stattfinden, wie dies bei den gewöhnlichen Umsteuerungen, z. B. durch Umwerfen des Vertheilungsexcentrik auf die andere Seite der Kurbel, geschieht und beim Umsteuern während eines Kolbenhubes deutlich erkennbar ist.

Eine charakteristische Art der Bewegungswendung besteht aber noch darin, dass der Sinn der Kraftmaschine geändert wird. Ein Mechanismus z. B., wie ihn Griffith für seine Schiffsschraube zur richtigen Einstellung der Schraubenflügel in die für verschiedene Geschwindigkeiten zweckmässigen Winkel benutzt, könnte auch dazu dienen, die Schaufeln einer Turbine so zu verstellen, dass bei ein und demselben Bewegungssinne der motorischen Flüssigkeit sich entgegengesetzter Drehsinn der Kraftmaschine ergiebt. Die Turbine als Schraube betrachtet, handelt es sich also um den Wechsel des Sinnes derselben d. h. darum, aus der rechtsgängigen Schraube eine linksgängige zu machen und umgekehrt. Es ist dies die Umkehrung des Wirkungssinnes des Receptors. Dieser Methode der Bewegungswendung bedienen wir uns beim Segeln, beim Gieren der Fährschiffe und beim Steuern der Schiffe vermittelst des Steuerruders, sonst scheint sie jedoch im Maschinenwesen nicht vertreten zu sein.

Nach der nunmehr gewonnenen Uebersicht über die Wendegetriebe lassen sich dieselben hinsichtlich der Art der Bewegungswendung in folgende Eintheilung bringen:

I. Bewegungswendung an der Kraftmaschine (Umsteuerungen).

1) Eine Kraftmaschine mit Stromwendung. Beispiele bekannt.

1a) Zwei gleiche Kraftmaschinen mit entgegengesetzten Strömen. Entweder dient für jede Kraftmaschine ein besonderer Strom oder dieselben werden nach einander von ein und demselben Strom in entgegengesetzten Richtungen durchlaufen. Ersteres ist bei den sogenannten Kehrrädern der Fall, siehe beispielsweise die Förderturbine zu Idra in Rittinger's „Erfahrungen im berg- und hüttenmännischen Maschinenbau", 1866, Taf. IV; ferner die Drahtseilbahn Ouchy-Lausanne, „Prakt. Maschinenconstr." 1876, S. 229; Hauer: „Fördermaschinen für Bergwerke"; Callon: „Cours des machines" u. s. w. Für die andere Anordnung scheint es an praktischen Beispielen zu fehlen, hingegen ist die Analogie dazu in Sellers' Riemen-Wendegetriebe vorhanden, in welchem die beiden getriebenen, entgegengesetzt laufenden Riemenscheiben nach einander von ein und demselben Riemen beaufschlagt werden; siehe Weisbach's „Ing.- und Maschinenmech." II. Th., 2. Aufl., S. 871.

2) Eine Kraftmaschine mit Strom von constantem Bewegungssinn und wendbarem Receptor. Praktische Beispiele unbekannt.

2a) Zwei Kraftmaschinen mit gleich gerichteten Strömen und entgegengesetzt wirkenden Receptoren. Dieser Fall, welcher sich analog 1a) specialisiren lässt, könnte in der Anwendung zweier entgegengesetzt wirkender, als Doppelrad ausgeführter Axialturbinen, welche abwechselnd zu beaufschlagen wären, unter Umständen eine recht zweckdienliche Verwirklichung finden.

3) Einfach- oder halbwirkende, belastete Kraftmaschine, analog den vorgeführten belasteten Wendegetrieben. Beispiel: hydraulischer, von einem Hochreservoir aus gespeister Aufzug mit Plungerkolben.

II. Bewegungswendung am Triebwerk (Wendegetriebe im gewöhnlichen und engeren Sinne des Wortes).

Es sollen hier nur die Rotations-Wendegetriebe in Betracht kommen, deren Umbildung zu Hub-Wendegetrieben leicht durchführbar ist. Das Prototyp der Rotations-Wendegetriebe ist die Räderterne mit Steuerung zur beliebigen Anwendung der im Getriebe auftretenden entgegengesetzten Drehrichtungen. Die Räderterne besteht allgemein aus einem Mittelrade B auf der Welle b und zwei conaxialen Nebenrädern A und C auf der Welle a. Je nach Lage der Wellen a und b ergeben sich Stirnräder, Kegelräder oder andere Räder.

1) Rotationswendung durch abwechselnde Benutzung der entgegengesetzt eingreifenden Räderpaare AB und BC.

a) Treibung von b nach a. Vergl. Fig. 4.

b) Treibung von a nach b. Vergl. Fig. 5.

2) Rotationswendung durch abwechselnde Benutzung directen Antriebes und indirecten Antriebes vermittelst der Räderterne.

a) Treibung von A oder B nach a.

b) Treibung von a nach A oder B.

In den Fällen 1a) und 2a) ergeben sich, unserer früheren Benennung gemäss, laufende, in den Fällen 1b) und 2b) ruhende Wendegetriebe.

Das Steuern der Wendegetriebe geschieht entweder durch Ein- und Auskuppeln der lose auf der Welle a sitzenden Räder A und B mit der Welle a oder dadurch, dass die Räderpaare AB und BC in oder ausser Eingriff gesetzt werden. In diesem Falle werden die Räder A und C gegen B verschoben oder umgekehrt B gegen A und C und zwar entweder radial oder axial.

Das eine Doppelrolle spielende Mittelrad B kann durch ein Doppelrad ersetzt werden, so dass sich zwei Räderpaare mit unabhängigen Uebersetzungsverhältnissen ergeben, wovon bekanntlich bei den Hobelmaschinen-Wendegetrieben oft Gebrauch gemacht wird. Es ist jedoch zu bemerken, dass auch mit der Räderterne verschiedene Uebersetzungen durch entsprechende Wahl des Winkels zwischen den Wellen a und b sich erzielen lassen, was bisher weniger beachtet worden zu sein scheint.

Den vorgeführten Wendegetrieben mit direct wirkenden Räderwerken entsprechen solche mit indirect

wirkenden Rädergetrieben, so z. B. dem letzten Falle das bei Drehbänken gebräuchliche Wendegetriebe mit offenem und gekreuztem Riemen.

3) Intermittirend wirkendes Rotationswendegetriebe, bestehend aus zwei einseitig und entgegengesetzt wirkenden Schaltwerken. Rotationswendung durch den Wechsel der Benutzung der positiven und negativen Bewegungshälften des schwingenden motorischen Gliedes. Siehe S. 511 und Fig. 2 und 3.

4) Belastete Rotationswendegetriebe. Siehe S. 515 und Fig. 6, 13 und 14.

Eine Classification der Wendegetriebe mit Flüssigkeitstriebwerken ergiebt sich an Hand derjenigen der Kraftmaschinen-Umsteuerungen, indem sie von diesen nur graduell und zwar insofern verschieden sind, als die treibende Flüssigkeit ersteren durch eine Kraftmaschine, letzteren direct von dem Accumulator aus geliefert wird.

Die Steuerung des mechanischen Relais.

Die Aufgabe, den Executor des mechanischen Relais, Arbeit verrichtend, der Bewegung des Indicators folgen zu lassen, ist nur vermittelst einer Differenz ihrer Bewegungen lösbar, welche zum Steuern des zugehörigen Wendegetriebes d. h. dazu zu dienen hat, dem Executor im richtigen Sinne treibende Kraft von Seite des Motors zu verleihen. Während beim blossen Wendegetriebe mit einem vom gemeinsamen Gestell ausgehenden Steuermechanismus nur die zum Steuern an sich nöthige Bewegung, als eine absolute, willkürlich vollzogen wird, bildet die Steuerung des mechanischen Relais einen die Endglieder der willkürlich bewegbaren indicatorischen Kette und der executiven Kette vereinigenden, also schwebenden Mechanismus, welchem das executive Glied so zu sagen als Gestell, das indicatorische als Receptor dient und dessen Relativbewegung zum executiven Gliede als Steuerbewegung derart wirkt, dass bei übereinstimmenden Stellungen von Indicator und Executor das Wendegetriebe ausgerückt bleibt, der Voreilung des Indicators Anspannung des Motors in demselben Bewegungssinn entspricht und endlich bei fest gehaltenem Indicator die Abweichung des Executors kraft des Motors seine Zurückführung in die mit dem Indicator coincidirende Stellung zur Folge hat.

Dies lässt sich an dem bisher nur in seiner Eigenschaft als belastetes Hub-Wendegetriebe betrachteten Relais*) in Fig. 7 leicht verfolgen. Der Aufwärtsbewegung des Indicatorhebels J an dem zunächst in Ruhe befindlichen Executor E entspricht der Niedergang des Steuerventils S, beziehungsweise eine Zunahme der am Kolben wirksamen Druckdifferenz $p_1 - p_0$, bis mit Ueberwindung der entgegentretenden Widerstände die Hebung des Executors gemeinsam mit dem Indicator erfolgt. Umgekehrt findet bei Abwärtsbewegung des Indicators Verminderung der Druckdifferenz und vermöge der Belastung des Kolbens Niedergang desselben statt.

Lassen wir hingegen Indicator und Executor sich in entgegengesetzten Richtungen bewegen, wie dies unter Voraussetzung eines von B nach A gehenden Stromes der motorischen Flüssigkeit bei dem in Fig. 10 dargestellten, als Hub-Wendegetriebe schon untersuchten mechanischen Relais der Fall ist, so bleibt zwar die Steuerbewegung wie bisher die Differenz jener beiden Bewegungen, wenn auch mit Berücksichtigung ihrer Vorzeichen diesmal als Summe erscheinend, bei eingetretenem Beharrungszustande des arbeitenden Relais ruht aber die Steuerung, während sie im vorigen Beispiele, allerdings ohne Aenderung der Anspannung des Motors, sich gemeinsam mit Indicator und Executor fortbewegte.

Wird nun mit der Indicatorbewegung eingehalten, so folgt der Executor vermöge der treibenden Kraft des Motors und der lebendigen Kraft der bewegten Massen nach bis zur Einholung des Indicators, um hier bei abgestelltem Wendegetriebe ebenfalls zur Ruhelage zu gelangen, oder er überholt den Indicator und wird erst durch die dabei sich einstellende Gegenwirkung des Motors (bei den Dampfmaschinen als Gegendampfarbeit bekannt) in die mit dem Indicator coincidirende Stellung zurückgeführt.

Mit Beibehaltung der Stromrichtung $B - A$ liefert der soeben beschriebene Mechanismus ein neues Relais durch kinematische Umkehrung d. h. dadurch, dass Kolben mit Kolbenstange zum festen Gestell gemacht wird. Nun spielt der Cylinder die Rolle des Executors und die Steuerung ist wieder zu einer wandernden geworden, wobei übrigens der Angriffspunkt der indicatorischen Stange J irgendwo am Hebel s, also auch mit Ersparung desselben direct an der Schieberstange S, oder zwischen dieser und der festen Steuerhebel-Drehachse gewählt werden kann.

Endlich ergiebt sich mit dieser letzten Angriffsweise des Indicators durch Festhaltung des Cylinders und Leitung des motorischen Stromes von A nach B wieder ein anderes Relais.*)

Es liegen somit nach Stromrichtung, Angriffsweise des Indicators und Feststellung des Mechanismus vier verschiedene mechanische Hubrelais vor, welche aber auch von den acht möglichen Combinationen sämmtliche brauchbare Fälle vorstellen, und es lassen sich allgemein die durch solche Combinationen sich ergebenden mecha-

*) Dasselbe kann übrigens einfach durch kinematische Umkehrung, indem der bisherige Executor zum Gestell und der Cylinder zum Executor gemacht wird, auf ein reines Wendegetriebe reducirt werden.

Bei praktischer Verwendung dieses mechanischen Relais dürfte das in der Skizze der Deutlichkeit wegen seitlich angeordnete Steuerventil S besser central anzubringen sein. Principiell stimmt damit der auf der Pariser Weltausstellung 1878 wenig beachtete Uebertrager des Regulators der Balanciermaschine von Hall & Windsor in Paris überein, in welchem die Druckdifferenz der äusseren Atmosphäre und des Condensatorraumes motorisch verwerthet ist. M. Ch. Hauvel, Ingénieur des Arts et Manufactures, hat ein Schriftchen darüber verfasst. Vergl. auch „Engineer“ 1879. I. S. 99.

*) Dasselbe, welches Prof. T. Rittershaus in seiner neuerdings im „Civilingenieur“ 1879, S. 323 erschienenen Arbeit über „Kraftvermittler“ in Fig. 4 vorführt.

nischen Relais je nach gleicher oder einander entgegengesetzter Bewegung von Indicator und Executor als gleichläufige und gegenläufige, sowie deren Steuerungen als stationäre und wandernde bezeichnen.

Behufs Erzielung möglichster Uebereinstimmung der executiven Bewegung mit der indicirten wird das Bestreben darauf zu richten sein, die zum Steuern erforderliche Bewegungsdifferenz, beziehungsweise den Steuerweg des Indicators, auf ein möglichst kleines Mass zu bringen.

In der gewonnenen Kenntniss der möglichen Arten von Wendegetrieben, deren bisher noch fehlende systematische Uebersicht hier zunächst zu gewinnen war, und nach Feststellung des Wesens der Steuerungen besitzen wir die umfassende Grundlage zur Bildung mechanischer Relais nach den Erfordernissen der speciellen Anwendungen.

(Schluss folgt.)

Das mechanische Relais.

Eine synthetische Studie von Professor **F. Lincke** in Darmstadt.

(Vorgetragen in der Section für Maschinenbau der XX. Hauptversammlung des Vereines am 26. August 1879.)

(Hierzu Blatt 24 bis 32.)

(Schluss von Seite 509.)

Mechanisches Relais mit laufendem Rotationswendegetriebe und Sperrung. (Blatt 25.)

Specielle Darstellung: Fig. 1 bis 4. Anwendungsbeispiel: Fig. 5 und 6.

Die Drehung des treibenden Rades M wird den Kegelrädern A, B und C derart mitgetheilt, dass A und C, sowie die an ihnen befestigten, einseitig wirkenden Sperrräder A_1 und C_1 entgegengesetzten Drehsinn haben.

Die Welle m des Rades M ist in dem gabelförmigen Gestelle G gelagert, welches in einer Hülse des Consols G_0 in geeigneter Winkelstellung festgespannt werden kann. J ist die Indicatorstange, unten gabelförmig endend, vermittelst auf Welle m drehbaren Hebels J_1, elastischen Gliedes S und Steuerhebels S_1 auf die Steuerwelle s wirkend. Bei Abwärtsbewegung von J wird die Steuerwelle s und damit der auf ihr befestigte, mit Stellschraube versehene sog. Ausleger α_1 in positivem Sinne gedreht, wodurch der lose auf der Steuerwelle sitzende Zugsperrhaken a_1 unter der Wirkung der gespannt anliegenden Feder F_a in das ununterbrochen in positivem Sinne sich drehende Sperrad A_1 eingelegt wird. Nunmehr wird die weitere Bewegung des Indicators unter Mitwirkung der durch das Rad M einfliessenden motorischen Kraft dem lose auf der Welle m sitzenden zweifachen Winkelhebel E_1 und damit der executiven Stange E, die gabelförmig am Ende des ersteren angreift, mitgetheilt und zwar derart, dass bei dieser gemeinschaftlichen Bewegung durch den Indicator J nur der Sinn und das Mass derselben bestimmt werden, während die mechanische Arbeit, die zur Ueberwindung der am Executor E auftretenden Widerstände erforderlich ist, von Seite des Motors geleistet und vom Rade M aus nach dem Executor hingeleitet wird.

In analoger Weise wird eine entgegengesetzte Bewegung von J ebenfalls von E befolgt, nachdem der Steuerwinkel, d. h. die kleine Drehbewegung zurückgelegt ist, welche zum Auslegen des Sperrhakens a_1 und Einlegen des gleichfalls lose auf der Steuerwelle s sitzenden Sperrhakens c_1 in das entsprechend gezahnte, einseitig wirkende Sperrad C_1 erforderlich ist.

Zurückbleiben und Anhalten von J gegenüber der eingeleiteten Bewegung von E hat die Auslösung des wirksamen Sperrhakens (Mitnehmers) und die Stilllegung von E in der mit J correspondirenden Lage zur Folge.

Durch das elastische Glied S, bestehend aus einer vom Hebel J_1 ausgehenden Stange mit Kolben und einer über letzteren geschobenen, zwei gespannte Schraubenfedern enthaltenden Kapsel, welche mit seitlichen Zapfen oben am Steuerhebel S_1 angreift, wird ein den Steuerwinkel überschreitendes Voreilen des Indicators gegenüber dem Executor gestattet. Diese Voreilung kann durch Versetzen der im zweifachen Winkelhebel E_1 steckenden Mitnehmerbolzen e_a und e_c in dem einen oder dem anderen Drehsinne bis auf das zur Steuerung erforderliche Mass reducirt oder auch gänzlich aufgehoben worden, wenn das Relais ausgeschaltet und directe Kraftübertragung vom Indicator J auf den Executor E stattfinden soll.

Die einseitige oder beiderseitige Kuppelung zwischen Indicator und Executor in solchen Fällen, wo das mechanische Relais nur einseitig wirkend sein oder gänzlich ausgeschlossen werden soll, um in der einen oder anderen Bewegungsrichtung oder in beiden Bewegungsrichtungen die treibende Kraft vermittelst des Indicators direct auszuüben, lässt sich auch durch Sperrhaken K_a und K_c, siehe Fig. 10 bis 12, Blatt 27, vom Indicatorhebel J_1 (oder auch vom Executorhebel E_1) aus bewerkstelligen, welche nach Bedürfniss von den mit Widerhaken versehenen Federn F_a und F_c auf die mit Vorsprüngen endigenden bogenartigen Ausbildungen des zweifachen Executorhebels E_1 niedergelegt oder aber auch ausser Eingriff gehalten werden können, wie dies Fig. 10 zeigt.

Wir haben demnach zu unterscheiden:

1) Relais mit gebundener Indicatorbewegung.
2) Relais mit gespannter Voreilung des Indicators.

Sind v_i, v_m und v_e die Geschwindigkeiten von Indicator, Motor und Executor, so ist im ersten Falle:

$$v_i = v_m = v_e,$$

im zweiten Falle:

$$v_i \geqq v_m = v_e.$$

Ohne Schwierigkeit liesse sich aber noch ein dritter Fall verwirklichen:

$$v_i = v_e \gtreqless v_m,$$

d. h. nach Massgabe des Indicators dem Executor eine von der Geschwindigkeit des Motors unabhängige Geschwindigkeit ertheilen, wenn man den Steuerwinkel, d. h. die (in vorstehenden Gleichungen vernachlässigte) Bewegungsdifferenz zwischen Indicator und Executor dazu benutzte, das Uebersetzungsverhältniss vom Motor nach dem Executor entsprechend zu verändern. Im Allgemeinen werden jedoch statt mechanischer Relais aus starren Elementen solche mit Flüssigkeitswendegetrieben, deren specielle Betrachtung unten folgt, vorstehender Aufgabe praktischer entsprechen.

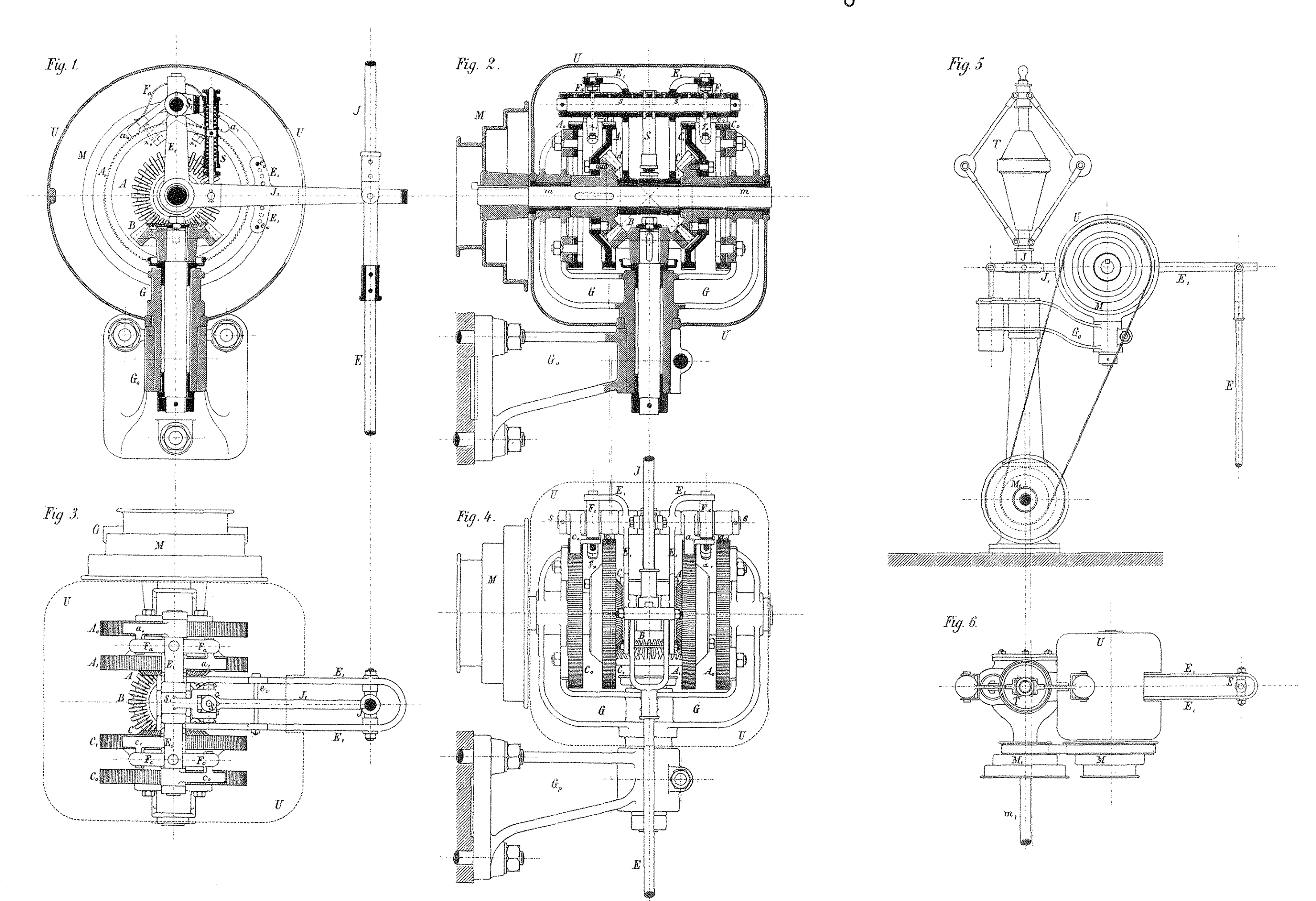
Ferner haben wir nach Vorstehendem beiderseitig wirkende und einseitig wirkende Relais zu unterscheiden, welch letztere bei belasteten Getrieben wie überhaupt in solchen Fällen am Platze sein werden, wo sich der executiven Bewegung nur in einer Richtung Widerstände entgegensetzen.

Um zufällige, nicht beabsichtigte Bewegungen des Executors auszuschliessen, sind noch die Sperrräder A_0 und C_0 fest am Gestelle G angebracht, deren einseitige Zahnungen je entgegengesetzt denjenigen von A_1 und C_1 sein müssen. In diese feststehenden Sperrräder werden durch die Federn F_a und F_c die wiederum lose auf der Steuerwelle s sitzenden Sperrhaken a_0 und c_0 gelegt, sobald nach geschehener Auslegung des motorisch wirksam gewesenen Sperrhakens a_1 oder c_1 Indicator und Executor übereinstimmende Lagen annehmen, und somit also eine beiderseitige Sperrung gegen zufällige Bewegungen des letzteren erzielt.

Bei Indication der positiven Drehung wird der derselben sich entgegensetzende Sperrhaken a_0 durch den Arm α_0 ausgelegt, bevor infolge weiterer Bewegung des Indicators das Einlegen des Mitnehmers a_1 und die Executirung der Bewegung erfolgt, während welcher der die entgegengesetzte Bewegung hindernde Sperrhaken c_0 auf dem Sperrade C_0 wirkungslos hingleitet. Analog ist der Vorgang bei Ausführung einer Drehung in negativem Sinne.

Der Mechanismus lässt sich durch eine Kapsel K

Mechanisches Relais mit laufendem Rotationswendegetriebe.



mit Durchbrechungen für die Bewegung der Hebel J und E einschliessen.

Das Anwendungsbeispiel in Fig. 5 und 6 zeigt ein Tachometer T, dessen Hülse J als Indicator hier auftritt. Der vorhin beschriebene, in der Kapsel K eingeschlossene Mechanismus besorgt die Uebertragung der regulirenden Bewegung des Tachometers auf die nach der Drosselklappe oder einem anderen Regulirungswerkzeug hin gehende executive Stange E, ohne dass dasselbe mit den dabei zu überwindenden Widerständen belastet ist, indem die dazu erforderliche Triebkraft vom Motor aus durch Welle m_1, Stufenscheibe M_1 und Treibriemen der Stufenscheibe M mitgetheilt und vermittelst des mechanischen Relais in entsprechender Weise benutzt wird. Der executive Hebel E_1 ist hier dem indicirenden Hebel J_1 gerade gegenüber liegend angenommen, so dass die executive Bewegung annähernd so erfolgt, als seien J_1 und E_1 ein Balancier mit horizontaler Achse. Am äusseren Ende des Indicatorhebels J_1 ist ein Katarakt angegeben.

Die normale relative Winkelstellung von J_1 und E_1 könnte aber irgend eine andere sein, wenn man die Räderterne A, B, C seitlich heraus, der Stufenscheibe M gegenüber legte und die Verbindung von C mit C_1 durch eine hohle Welle bewerkstelligte. Dann würde auch für die Arme J_1 und E_1 unbeschränkte Rotation ermöglicht, welche übrigens nach Bedürfniss beliebig weiter fortgepflanzt werden könnte.

Mechanisches Interferenzrelais mit laufendem Rotationswendegetriebe und Sperrung.
(Blatt 26.)

Ist das Relais mit dem executiven Mechanismus vom Anfangspunkte der indicatorischen Leitung so weit entfernt, dass sie von diesem aus nicht direct beobachtet werden können, die sofortige Wahrnehmung unvorhergesehener Unregelmässigkeiten in der Maschinenanlage nicht möglich und die rechtzeitige Ergreifung entsprechender Gegenmassregeln erschwert ist, so kann es zweckmässig sein, ausser der Person, welche vermittelst der indicatorischen Leitung commandirt, einer zweiten bevollmächtigten Person am Relais ein directes Eingreifen zu gestatten in der Weise, dass durch dasselbe die von ersterer Stelle aus indicirte Bewegung nicht allein negirt, sondern statt dieser irgend eine andere geeignet erscheinende executive Bewegung vermittelst des Relais veranlasst werden kann, die jedoch an der ersten Commandostelle sichtbar zu machen ist.

Diese Aufgabe wird durch das sogenannte Interferenzrelais gelöst.

Dasselbe besteht zunächst aus einem gewöhnlichen Relais, welches sich in der auf Blatt 26 dargestellten Construction von derjenigen auf Blatt 25 nur in einigen Details unterscheidet, deren Anwendung mit der Aufgabe der Interferenz nicht zusammenhängt. In beiden Fällen sind die, gleichen Functionen dienenden Theile mit gleichlautenden Buchstaben bezeichnet, so dass eine nochmalige eingehende Beschreibung so weit entbehrlich ist. Statt der gezahnten Räder A_1, A_0, C_1, C_0 sind hier Keilräder angewendet, in welche sich die Mitnehmerexcentriks a_1 und c_1, sowie die Sperrexcentriks a_0 und c_0 unter der Wirkung der als Schraubenfedern F_a und F_c gebildeten Einleger einlegen, wenn die Stellung der Steuerwelle s mit ihren Auslegerarmen α_1 und α_0, γ_1 und γ_0 (s. Darstellung dieser Theile in grösserem Massstabe in Fig. 5 bis 9) dies gestattet. Hier drehen sich die Räder A und A_1 in negativem, die Räder C und C_1 in positivem Sinne. Vermittelst der an den Auslegerarmen angebrachten Stellschrauben lässt sich die Stellung der Mitnehmer- und Sperrexcentriks so reguliren, dass die zur Aufhebung der Sperrung und Einleitung der Executivbewegung erforderliche Steuerbewegung des Indicators auf ein sehr kleines Mass reducirt wird.

Der Indicatorarm J_1 ist hier beispielsweise kürzer angegeben als der zweifache, vorn bügelartig sich schliessende Executorarm E_1, an welchem die gegabelte Executorstange E angreift. Ferner greift hier die elastische Steuerstange S an einer winkelhebelartigen Ausbildung des Indicatorarmes J_1 einerseits und an dem gegabelten, auf der Steuerwelle s festgestifteten Steuerhebel S_1 andererseits an. Der deutlicheren Darstellung wegen ist das Glied S in der Seitenansicht, Fig. 2, abgebrochen angegeben, im Grundriss, Fig. 3, aber ganz weggelassen, ebenso an letzterem Orte die gegabelte Partie des Hebels J_1 und der Steuerhebel S_1.

Diesem Relais ist nur der lose auf der Nabe des Steuerhebels S_1 sitzende, mit Handgriff versehene Interferent J_0 beigefügt, der bei Nichtbenutzung hinsichtlich des die Steuerwelle s tragenden zweifachen Winkelhebels E_1 in der wirkungslosen Mittellage dadurch erhalten wird, dass die von seinen beiden unteren Ausläufern ausgehenden Federn F_i sich gespannt gegen die Hebelarme E_1 legen. Die von Hand willkürlich ausführbare Bewegung dieses Interferenten J_0 wird nun dazu benutzt, zunächst den Indicator J mit dem Executor E so zu kuppeln, dass beide die von der interferirenden Person beabsichtigte Bewegung gemeinschaftlich ausführen müssen, und dann vermittelst entsprechender Steuerung des Relais die verlangte executive Bewegung einzuleiten.

Zur Kuppelung von Indicator J und Executor E dient der Keilradsector am Ende von J_1 einerseits und die vom Ende der Verlängerungen von E_1 ausgehenden Keilexcentriks K_a und K_c andererseits (s. specielle Darstellungen in Fig. 10 bis 14), welche jedoch in ihren normalen Stellungen beim Nichtgebrauch des Interferenzmechanismus nicht in Eingriff mit J_1 stehen, indem sie durch die Feder F_k gegen den Arm K_1 (Fig. 10) gepresst erhalten werden. Wird der Interferent J_0 um die Steuerwelle s in positivem Sinne gedreht, so erfahren vermittelst der beiden Stangen K der Arm K_1 und mit Beihilfe der Feder F_k die Keilexcentriks K_a und K_c eine Drehung aufwärts d. h. in negativem Sinne, so dass das Keilexcentrik K_a am Keilradsector J_1 zur Anlage kommt, während sich das Keilexcentrik K_c von

Mechanisches Jnterferenzrelais mit laufendem Rotationswendegetriebe.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

letzterem noch mehr entfernt. Demnach ist eine Kuppelung zwischen dem Indicatorarm J_1 und dem Executorarm E_1 bezw. zwischen dem Indicator J und dem Executor E selbst derart bewerkstelligt, dass eine Drehung in negativem Sinne von E auf J übertragen werden kann.

Bei weiterer Drehung des Interferenten J_0 in bisherigem Sinne erfolgt Contact mit dem oberen Ende des Steuerhebels S_1, der nun vermittelst Steuerwelle s und Ausleger α_0 (s. Fig. 5 bis 9) das lose auf der Steuerwelle s sitzende Keilexcentrik a_0 aus dem feststehenden Sperrkeilrade A_0 heraushebt, womit zunächst die Hemmung gegen Drehung des Executors in negativem Sinne aufgehoben wird. Hierauf bewirkt die weitere positive Drehung des Interferenten Z_0 um die Steuerwelle s noch das Einlegen des Mitnehmers a_1 in das treibende Keilrad A_1. Nunmehr ist der Executor auch mit dem Motor gekuppelt, erhält von diesem vermittelst Antriebscheibe M und Kegelrad A Drehung in negativem Sinne und theilt diese mit Hilfe des Keilexcentrik K_a und Keilradsectors J_1 dem Indicator mit. Hierbei hat jedoch die indicatorische Leitung oder Triebwerkskette der Bedingung zu genügen, dass dieselbe sowol vom Indicator aus nach dem Relais hin, als auch von letzterem aus nach dem Indicator hin getrieben werden kann d. h. motorisch umkehrbar zu sein, damit die vom Interferenten veranlassten executiven Bewegungen an der Indicatorstelle referirt werden.

Die executive Bewegung dauert fort, so lange der Interferent J_0 mit einem positiven Momente behaftet, in Drehung bleibt. Lässt die interferirende Person denselben los, so kehrt er vermöge der schon erwähnten, ihm anhaftenden Federn F_i in seine Mittellage zurück und die mit dem Motor gemeinsame Bewegung von Executor und Indicator wird beendigt.

Soll Drehung in positivem Sinne durch den Interferenten veranlasst werden, so ist derselbe in negativem Sinne um seine Achse zu drehen, um in analoger Weise wie vorhin: 1) Kuppelung des Executors mit dem Indicator, 2) Lösung der Sperrung d. h. der Kuppelung des Executors mit dem Gestelle G, bezw. mit dem an letzterem befestigten Keilrade C_0 und 3) Kuppelung des Executors mit dem motorischen Keilrade C_1 zu bewerkstelligen, wofür ganz analog construirte Organe dienen. Nach Zurücklegung dieses für die Steuerung dienenden Drehwinkels erfolgt die executive Bewegung in positivem Sinne und in dem Masse, welches durch die Drehung des Interferenten um die Hauptachse m vorgeschrieben wird.

Durch das Gegengewicht Q ist der Interferent J_0 hinsichtlich der Steuerwelle s äquilibrirt, so dass er in jeder Stellung des Executorhebels E_1 in seiner, übrigens durch die gespannten Federn F_i angestrebten Mittellage bleiben kann.

Wie schon bei dem vorigen mechanischen Relais, Blatt 25, bemerkt, liesse sich auch beim Interferenzrelais die Kegelräderterne aus der Mitte des Mechanismus herauslegen, so dass den Hebeln J_1 und E_1 unbeschränkte Rotation gestattet ist. Die in vorliegendem Beispiele dargelegten Bewegungsvorgänge in ihrer Verallgemeinerung bieten die Grundlage, nach welcher andere Interferenzrelais mittelst irgendwelcher Wendegetriebe unschwer geschaffen werden können.

Mechanische Relais mit ruhenden Rotations-Wendegetrieben. (Blatt 27.)

Das in Fig. 1 bis 5 dargestellte mechanische Relais mit ruhendem Rotations-Wendegetriebe empfängt die treibende Kraft durch das Rad M und die Welle m. Das Wendegetriebe besteht aus der Räderterne A, B, C und den Armen A_1 und C_1, auf deren hohlen Wellen die Räder A und C befestigt sind. An den äusseren Enden dieser Arme sind Bolzen festgestiftet, welche die als Keilexcentriks gebildeten Mitnehmer a und c tragen. Die Räderterne mit jenen Armen sei zunächst in Ruhe, während das auf der Welle m befestigte zweifache Keilrad $M_a - M_c$ ununterbrochen und zwar in positivem Sinne rotiren möge, ohne dass die Mitnehmer a und c mit demselben in Eingriff sind. Der Indicator J, hier als Handkurbel angegeben, ist auf der Welle s festgekeilt. Derselbe ertheilt vermittelst der Räderterne A_i, B_i, C_i (A_i und C_i sitzen lose auf den zu den Mitnehmerarmen A_1 und C_1 gehörigen hohlen Wellen) und der Bolzen α und γ den zur Aufnahme der letzteren radial geschlitzten Mitnehmern a oder c die zur Herstellung des Eingriffs mit $M_a - M_c$ erforderliche Drehung, nach deren Vollendung die motorische Kraft entweder direct durch Arm C_1 oder indirect durch den Arm A_1 und die Räder A, B, C nach dem executiven Rade E geleitet wird, in dem Sinne und dem Masse wie dies die Bewegung des Indicators J bedingt.

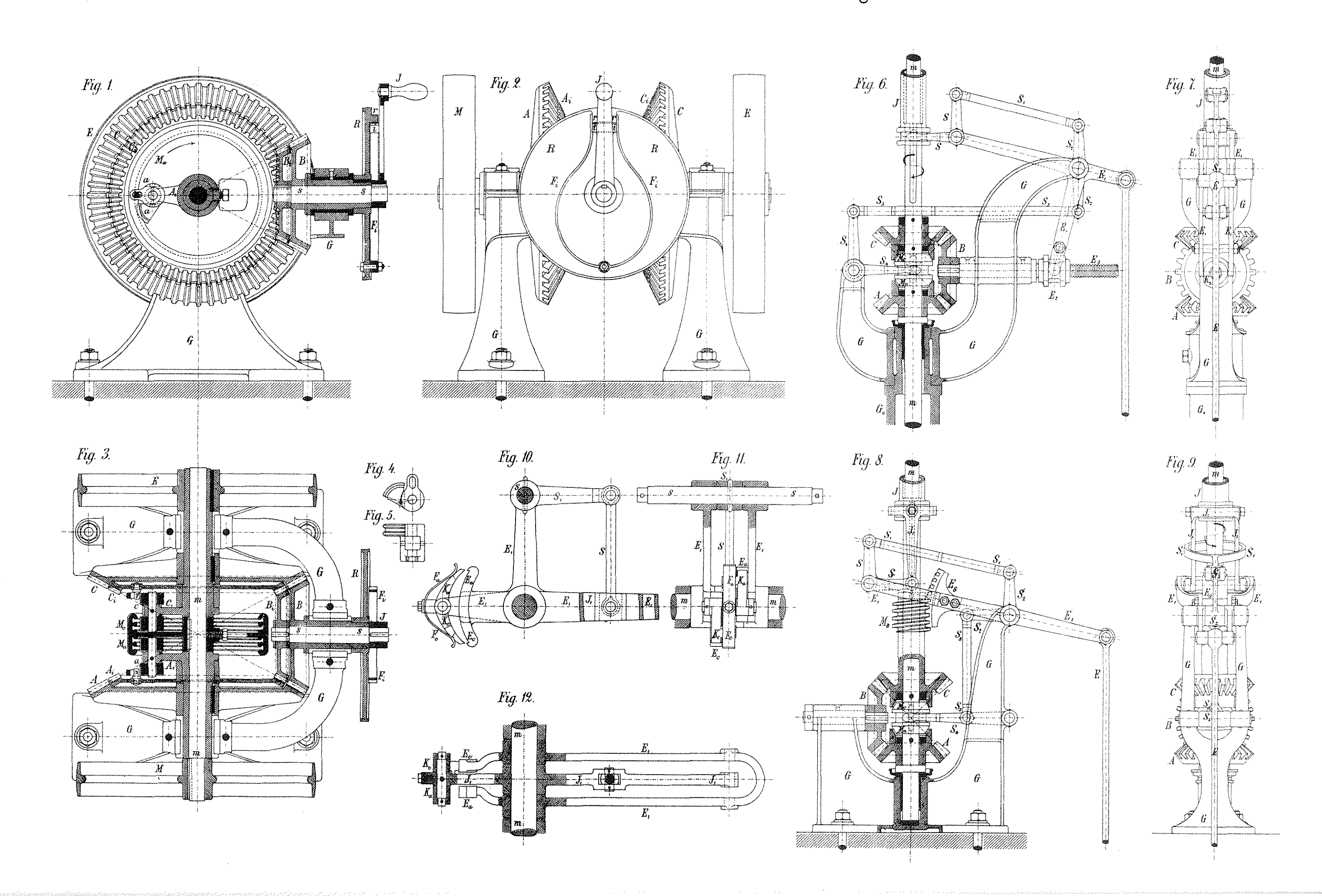
Uebrigens könnte die Ausleitung der Kraft von irgend einem der Räder A, B, C, also z. B. auch durch die Scheibe R erfolgen.

Die Lagerung der Wellen m und s, sowie der conaxialen hohlen Wellen ist durch drei, zum Gestelle G vereinigte Lager bewerkstelligt.

Beim Anhalten des Indicators J, welcher während des Ganges des Relais dem Executor E, bezw. der durch die Räder C und B mit ihm zusammenhängenden Scheibe R, um den Steuerwinkel vorauseilt, erfolgt vermöge der Trägheit der bewegten Massen deren Weiterbewegung und damit Ausrückung des betreffenden Mitnehmers und des durch ihn getriebenen Executors; dann werden vermittelst der gespannten Feder F_i, welche sich gegen die beiden Vorsprünge r der Scheibe R und zugleich gegen die Vorsprünge i des Indicators J anzulegen sucht, der Indicator J und der Executor E, bezw. die Scheibe R, wieder in correspondirende Lagen zurückgeführt, welchen der Ruhezustand des Wendegetriebes entspricht, während jedoch die treibenden Räder M und $M_a - M_c$ ununterbrochen sich weiter bewegen.

Statt des Keilgesperres oder Zahngesperres, des inneren oder äusseren Eingriffs können zu vorliegenden Zwecken auch anders gebildete Gesperre in Anwendung

Mechanische Relais mit ruhenden Rotationswendegetrieben.



kommen, wie die beiden nun folgenden als Uebertrager für Geschwindigkeitsregulatoren benutzbaren Beispiele zeigen.

In dem mechanischen Relais mit ruhendem Rotations-Wendegetriebe, Fig. 6 und 7, ist der als Hülse (Tachometerhülse) gebildete Indicator J auf der treibenden Welle m auf und ab beweglich, während er vermöge des eingefügten prismatischen Mitnehmers mit derselben rotirt. Die als zweifaches Frictionsrädchen $M_a - M_c$ gebildete Kuppelhülse, durch prismatischen Mitnehmer von der Welle m getrieben und auf dieser axial verschiebbar, kommt mit den entsprechend hohlkegelförmig gebildeten Rädern A und C in Contact. Dies geschieht der axialen Bewegung des Indicators entsprechend durch den aus folgenden Gliedern bestehenden Steuermechanismus: Winkelhebel S, welcher mit seinem horizontalen gegabelten Arm in eine Rinne der Indicatorhülse J greift; Stange S_1; Doppelhebel S_2; Stange S_3, welche die Welle m mit einer ringartigen Erweiterung umschliesst, und endlich Winkelhebel S_4, dessen Winkelbewegung die entsprechende axiale Verschiebung von $M_a - M_c$ bewirkt.

Die Bewegung des eingerückten Wendegetriebes theilt sich der Schraube E_3 mit, hat die Verschiebung der Mutter E_2 und damit die Drehung des dreifachen Hebels E_1 zur Folge, welcher mit seinem unteren Ende in die Mutter E_2 eingreift und dieselbe zugleich so umschliesst, dass deren Drehung um die Schraubenachse verhindert wird. Oben trägt der Hebel E_1 den Winkelhebel S und endlich an seinem rechten Arm die executive Stange E.

Somit wird unter Beihilfe der disponiblen motorischen Kraft die alternirende Bewegung der Indicatorhülse J in eine entgegengesetzt gerichtete alternirende Bewegung der executiven Stange E umgesetzt. Es könnten aber auch indicatorische und executive Bewegung in gleichem Sinne erfolgen, wenn die executive Stange E auf der entgegengesetzten Seite des Executorhebels E_1 angriffe, wie übrigens von dem Rade B bis zum Executorhebel E_1 irgend ein Glied des executiven Mechanismus zur Umsetzung und Fortpflanzung der executiven Bewegung benutzt werden könnte.

Eine ähnliche Combination zeigt das in Fig. 8 und 9 dargestellte mechanische Relais mit ruhendem Wendegetriebe. Auf der motorischen Welle m sitzt, mit derselben rotirend, die axial verschiebbare Indicatorhülse J, deren Schiebung dem zu beiden Seiten von m herabgehenden und oben ringartig geschlossenen Gliede J_1 und weiterhin dem anschliessenden Steuerwinkelhebel S mitgetheilt wird, dann der ringartig um die Welle m herumgehenden Stange S_1, dem Winkelhebel S_2, der Stange S_3 und schliesslich der Schwinge S_4, welche die Frictionsscheibe $M_a - M_c$ mit dem Rade A oder C bezw. deren hohlkegelartigen Ausbildungen in Eingriff bringt.

Die motorische Bewegung wird nun von der Welle m aus durch M_c und C oder M_a, A, B und C der Schraube M_s und dem, hier als Sector vertretenen Schraubenrade E_s mitgetheilt, um vermittelst Hebel E_1 und executiver Stange E oder sonst wie in einer den Bedürfnissen entsprechenden Weise weiter geleitet zu werden.

Dictatoren. (Blatt 28.)

Dictatorisch wirkende Relais oder kurzweg Dictatoren nennen wir solche Relais, deren Indicator dem Executor ungehemmt voreilen kann, derart dass die beabsichtigte executive Bewegung nach Sinn und Mass beliebig rasch vorgezeichnet, d. h. das Bewegungscommando so zu sagen als Dictat im Mechanismus zum Ausdruck gebracht werden kann. Es ist die freie Voreilung des Indicators gegenüber der gebundenen Bewegung und der gespannten Voreilung, mit welch letzterer zwar die Beziehung $v_i \geqq v_e = v_m$ gemeinsam giltig ist.

Das dictatorisch wirkende Relais in Fig. 1 bis 6 empfängt die Triebkraft durch das Rad M und die Welle m. Das Wendegetriebe besteht aus der Räderterne A, B, C und den beiden in entgegengesetzten Richtungen rotirenden Keilrädern A_1 und C_1, welchen wie bisher die Mitnehmer a und c (lose auf der Steuerwelle s) mit den Auslegern α und γ (festgestiftet auf der Welle s) sowie die Spannfedern F_a und F_c angehören, deren Construction mit der auf Blatt 26 dargestellten übereinstimmt. Das die Steuerwelle s tragende executive Rad, lose auf den Naben der Keilräder A_1 und C_1 sitzend, ist hier als trommelförmige Riemenscheibe angegeben. Indicator ist das Rad D, hier in engerer Bedeutung Dictator genannt. An der Drehung des Dictators nimmt vermöge der Mitnehmerbolzen d die Steuerscheibe S theil, an deren Umfang eine Zahnlücke ausgespart ist zur Aufnahme des Triebstockes des Steuerhebels S_1 auf der Steuerwelle s. Nach Ausführung der zur Einlegung des Mitnehmers a oder c in das Keilrad A_1 oder C_1 erforderlichen Steuerbewegung folgt der Executor E dem Dictator mit der Geschwindigkeit des Motors nach.

Wurde beim Voreilen des Dictators D die Steuerscheibe S vermittelst der mit dem executiven Rade E prismatisch gekuppelten Executorschraube E_s in axialer Richtung verschoben, so wird sie in dem Masse, wie der Executor E dem Dictator D nachkommt, wieder zurückgeschraubt bis zu ihrer früheren Mittelstellung, wenn ersterer den letzteren eingeholt hat, wo dann der Triebstock des Steuerhebels S_1 in die Zahnlücke zurück gefallen und somit der wirksam gewesene Mitnehmer wieder ausgelegt ist.

Behufs Ablesung der dictirten und der executirten Bewegung dient die beigefügte Registratur R, welche durch die Fig. 3 bis 6 in grösserem Massstabe speciell dargestellt ist. Die Executorschraube E_s setzt sich als Welle e und weiterhin als Schraube S_e fort. Ebenso ist auf der mit dem Dictator verkeilten hohlen Welle die Schraube S_d von gleicher Ganghöhe wie erstere angebracht. Diesen Schraubenspindeln entsprechen die Schraubenmuttern R_d und R_e, deren Drehung durch prismatisches Eingreifen in die Schlitze der auf der umschliessenden Kapsel R_1 befestigten Platte R verhindert

Dictatoren.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

wird. Demnach werden die Drehbewegungen von E und D durch proportionale geradlinige Bewegungen der mit Zeigern versehenen Muttern R_d und R_e auf der Platte R dargestellt, so dass dieselben als Dictat und Referat an der angebrachten Scala zu jeder Zeit abgelesen werden können.

Der Einholung des Dictators D durch den Executor E entspricht also das Zusammentreffen des die Execution referirenden Zeigers mit dem dictatorischen Zeiger. Dass das directe Commando rückgängig gemacht werden kann, ohne dessen Vollführung erst abwarten zu müssen, bedarf keiner Erklärung.

Der in Fig. 7 bis 10 dargestellte Dictator mit Spirale ist mit einem mechanischen Relais versehen, dessen Construction im Wesentlichen mit derjenigen in Fig. 1 und 2 übereinstimmt, wie übrigens auch aus den eingeschriebenen Buchstaben hervorgeht, die in beiden Fällen von gleicher Bedeutung sind.

Der eigentliche Dictator D sitzt auf einer hohlen Welle festgekeilt, an deren anderem Ende der prismatische Arm d mit dem darauf schiebbaren Steuerschlitten S sitzt. Letzterer greift mit seinem vorspringenden Triebstock in den gabelartig gebildeten, auf der Steuerwelle s festgestifteten Steuerhebel S_1 ein, vergl. Fig. 9 und 10, so dass wie im vorigen Falle durch den Dictator zunächst die zur Einleitung der dictirten executiven Bewegung erforderliche Steuerbewegung ausgeführt wird, nach deren Vollendung ein Voreilen des Dictators das Austreten des Triebstockes S aus der Hebelgabel S_1 und eine Fortbewegung desselben in dem spiralförmigen Schlitze der am Executor E befestigten Scheibe E_s zur Folge hat, wobei sich der Steuerschlitten S auf dem Arme d entsprechend verschiebt.

Mit der Einholung des Dictators D durch den Executor E ist die Wiederherstellung der anfänglichen Relativstellung, die Rückkehr des Triebstockes S in die Hebelgabel S_1 und das Stilllegen des Executors verknüpft und somit die Vollstreckung der dictirten Bewegung geschehen.

Das Mass der dictirten Bewegung lässt sich an der am Gestelle G befestigten Scheibe R ablesen, in deren spiralförmigen Schlitz ein vom Schlitten R_d vorspringender Zapfen gleitet, indem er am Arme D_1, welcher mit dem Dictator gekuppelt ist, der Drehung des letzteren folgt und dabei auf ersterem sich radial verschiebt.

Der auf der Executorwelle e aufgesteckte Zeiger R_e giebt mit seiner Rotation die executive Bewegung an und kommt in der Winkelstellung zur Ruhe, in welcher der Executor den Dictator eingeholt hat, wo dann die Richtungen von R_d und R_e übereinstimmen.

Uebrigens könnte mit Beibehaltung der Executorspirale E_s die Registrirung mit Schrauben statt der Scheibe mit spiralförmigem Schlitz in der vorhin beschriebenen Weise stattfinden, sowie auch von der Substitution anderer mechanischer Relais für die Zwecke des Dictators an Stelle der hier angewendeten Gebrauch gemacht werden.

Mechanische Relais mit intermittirenden Wendegetrieben.

Die bisher beschriebenen mechanischen Relais sind auch dann verwendbar, wenn die Bewegung des treibenden Rades nicht ununterbrochen in einer Richtung, sondern in wechselndem Sinne d. h. oscillatorisch stattfindet, wie dies durch ein Kurbelgetriebe oder in anderer Weise leicht bewirkt werden kann. Die grösste mittlere executive Geschwindigkeit ist dann der Summe der in der gleichen Zeit und in dem betreffenden Bewegungssinne stattgefundenen motorischen Wege entsprechend, also bei gleicher Winkelgeschwindigkeit des rotirenden und des oscillirenden treibenden Rades in letzterem Falle höchstens halb so gross wie in ersterem.

Mit Beibehaltung der bisherigen Mitnehmer a_1 und c_1 lässt sich aber dasselbe Resultat auch dann erreichen, wenn die beiden einseitig und einander entgegengesetzt wirkenden Sperrräder A_1 und C_1 zu einem einzigen, aber beiderseitig wirkenden oscillirenden Sperrrade vereinigt werden. Hierdurch gelangen wir zu dem in Fig. 11 und 12 dargestellten intermittirenden mechanischen Relais, welches uns von der Einleitung her schon bekannt, nämlich seiner Construction nach mit dem Francis'schen indirecten Uebertrager identisch, in seiner Wirkungsweise aber vermöge der hier vorliegenden motorischen Umkehrung von ihm wesentlich verschieden ist. Die eingeschriebenen Buchstaben in ihren bisherigen Bedeutungen machen eine besondere Beschreibung überflüssig.

An Stelle des Steuerbogens S könnte auch ein von der Scheibe J_1 vorspringender Zapfen dienen, auf welchem die zwei von dem entsprechend ausgebildeten Arme E_1 ausgehenden Sperrhaken einander zugekehrt und seitlich neben einander angeordnet in der Weise zu ruhen hätten, dass dieselben bei übereinstimmender Lage von J_1 und E_1 ausser Eingriff gehalten, bei stattfindender Ablenkung aber im Sinne der indicirten Bewegung zur Wirkung gebracht werden.

Auch liessen sich die bei den vorhergehenden mechanischen Relais beschriebenen Steuerungen für das intermittirend wirkende Relais in Anwendung bringen.

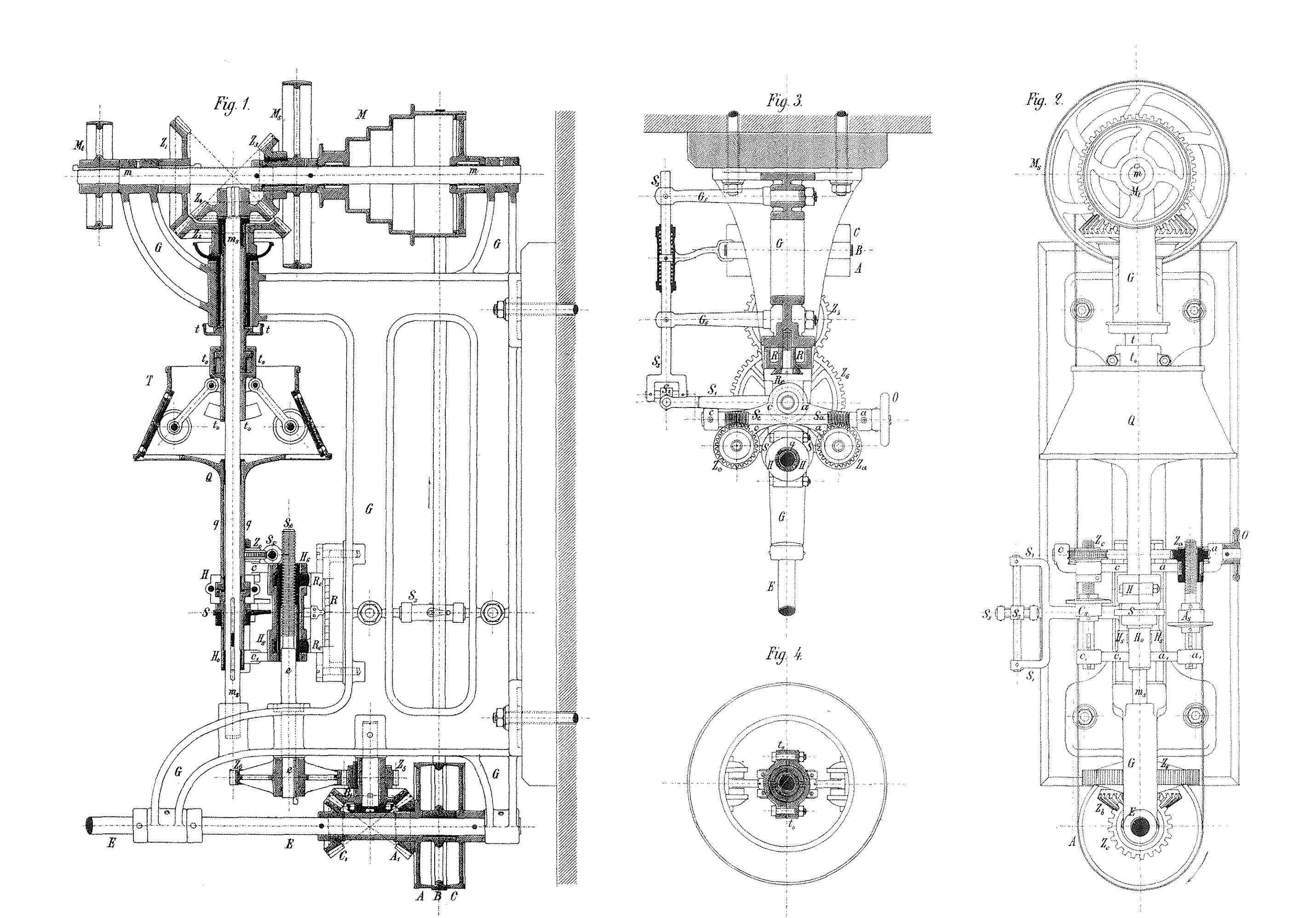
Dictatorisch wirkender Centrifugalregulator.*)
(Blatt 29.)

Fig. 1 bis 4 zeigen die Verwendung des dictatorisch wirkenden Relais als Uebertrager für einen Centrifugalregulator. Betrieb des Tachometers T von der Antriebscheibe M_t aus durch Welle m, Kegelräder Z_1 und Z_2.

*) Die Knappheit des hier gebotenen Raumes nöthigt, die Beschreibung der vorliegenden Regulatoren auf die Darlegung des kinematischen Zusammenhanges ihrer Organe vorläufig zu beschränken; in Einklang mit der bisher geübten allgemeinen Auffassung der Probleme mögen jedoch auch hinsichtlich der Regulatoren die für sie giltigen Grundsätze noch kurz vorausgeschickt werden.

Die primitive Aufgabe der Regulatoren besteht im Allgemeinen darin, das Verhältniss zweier veränderlicher Grössen in vorgeschriebener Gesetzmässigkeit zu erhalten. Die Lösung kann im Allgemeinen in zweierlei Weise geschehen, indem die eine oder die andere der beiden veränderlichen Grössen als Urvariable oder, wie

Dictatorisch wirkender Centrifugalregulator.



Letzteres sitzt auf der mit Oelbecken versehenen hohlen Welle t festgekeilt. Das nun folgende hier beispielsweise angewendete Werner'sche Tachometer hängt mit seiner zweitheiligen oberen Hülse t_0 an der mit Anlauf versehenen Welle t, empfängt aber behufs ruhigen Ganges bezw. Vermeidung von Vibrationen die Drehbewegung nicht direct von dieser, sondern vermittelst eines elastischen Mitnehmers. Derselbe wird durch die zwei Hälften eines Kautschukringes gebildet, welche im Inneren der Hülse t_0 eingespannt sind und sich einerseits gegen einen prismatischen Vorsprung der letzteren, andererseits gegen einen ebensolchen der hohlen Welle t stützen; siehe Fig. 1, 2 und 4.

Die Hülse t_0 trägt die Centrifugalpendel des Tachometers, welche dem glockenartig gebildeten Belastungsgewichte Q durch Umgreifen der im Inneren desselben befestigten prismatischen Schienen die Drehbewegung mittheilen. Die verticale bezw. axiale Führung der Glocke Q geschieht durch deren Hülse q an der centralen Welle m_s. Durch diese Einrichtung wird die auf die Tachometerhülse reducirte eigene Reibung des Tachometers wesentlich vermindert.

Diese centrale, zur Steuerung gehörige Welle m_s wird vermittelst der besonderen Antriebscheibe M_s und der Kegelräder Z_3 und Z_4 betrieben. Unten sitzt auf derselben die Hülse H_0, welche sich zwar vermöge eines in Fig. 1 im Schnitt sichtbaren durchgehenden Riegels mit der Welle m_s dreht, andererseits aber den axialen Bewegungen der Tachometerhülse q folgt, mit welcher sie durch den zweitheiligen, passend umschliessenden Ring H gekuppelt ist. Dabei gleitet der vorerwähnte Mitnehmerriegel in dem angegebenen Schlitze der Welle m_s, deren Drehgeschwindigkeit vermöge des besonderen Antriebes unabhängig von der hohen Tourenzahl des Tachometers nach den Erfordernissen der Steuerung des Wendegetriebes entsprechend, kleiner gewählt werden kann. Demnach führt der auf der Hülse H_0 befestigte Steuerdaumen (Steuerscheibe) S die indicatorische bezw. dictatorische Verticalbewegung des Tachometers aus.

In der gezeichneten mittleren, der normalen Geschwindigkeit entsprechenden Tachometerstellung dreht sich der Steuerdaumen S mit Spielraum frei unter der Anschlagscheibe C_s und über der Anschlagscheibe A_s. Diese Scheiben A_s und C_s (s. hauptsächlich Fig. 2 und 3) sitzen zwischen Stellringen lose auf verticalen Achsen. welche in den von der Hülse H_s ausgehenden unteren Armen a_1 und c_1 prismatisch geführt und oben als Schrauben gebildet sind. Diese werden von Schraubenmuttern umschlossen, durch deren gleichzeitige Drehung die Anschlagscheiben A_s und C_s behufs Regulirung des dem rotirenden Steuerdaumen S zu bietenden Spielraumes axial in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden können. Es geschieht dies von dem Handrädchen O aus, dessen Welle in den Armen a und c gelagert ist, vermittelst der Schrauben S_a und S_c und der eingreifenden Schraubenräder Z_a und Z_c, welche den vorerwähnten, in den Armen a und c cylindrisch gelagerten und gegen axiale Verschiebung gesicherten Schraubenmuttern angehören.

Auf diese Weise lässt sich erreichen, dass schon infolge einer sehr kleinen Geschwindigkeitsänderung bezw. einer geringen Verticalbewegung der Tachometerhülse q das Executivgetriebe in Gang gesetzt wird, oder aber das häufige In- und Aussergangsetzen des Executivgetriebes durch periodisch wiederkehrende unschädliche Geschwindigkeitsschwankungen vermeiden. Bei Geschwindigkeitsabnahme schlägt der Steuerdaumen S

---

man sich ausdrücken dürfte, als Basis der Regulirung benutzbar ist, jedoch stets nur annähernd, denn ohne eine Differenz zwischen dem wirklichen Verhältnisse der beiden Grössen und dem vorgeschriebenen Verhältnisse derselben ist die Veranlassung der geeigneten Veränderung der abhängigen Variablen d. h. die eigentliche Regulirung nicht möglich. Bei den Geschwindigkeitsregulatoren ist nothwendiger Weise diese Urvariable die Zeit, da diese selbst unveränderbar ist. Für die gleichzeitige Regulirung verschiedener Grössen oder von Grössencombinationen bei Vorgängen in der Maschinenarbeit lässt sich irgend eine der auftretenden Grössen als determinirende Grösse d. h. als Basis für die Regulirung benutzen. Dieses Verfahren mit der Mannigfaltigkeit seiner Ergebnisse ist analog der Reuleaux'schen Behandlungsweise der kinematischen Ketten (Festhaltung eines Gliedes) und dürfte besonders auf dem Gebiete der mechanischen Technologie dem schaffenden Maschinen-Ingenieur sich als fruchtbar erweisen.

Die Organe eines vollständigen Regulators sind:

1) Der Indicator d. h. diejenige Einrichtung, welche das Mass der zu regulirenden Grösse bezw. deren Veränderungen fortwährend angiebt.

2) Das executive Organ, der Modificator oder Moderator (Schützen, Drosselklappe), dessen Bewegung unmittelbar oder mittelbar eine entsprechende Veränderung der variablen Grösse bedingt.

3) Der Uebertrager, zur Herstellung des erforderlichen Verhältnisses zwischen der Bewegung des Indicators und derjenigen des Modificators, wobei

4) der Motor die aufzuwendende mechanische Arbeit zu leisten hat. — Derselbe ist nicht immer als besondere Maschine vertreten; so werden bei den Geschwindigkeitsregulatoren der Kraftmaschinen in der Regel diese selbst zur Verrichtung der Regulirarbeit benutzt.

Die Gesammtheit dieser Organe bildet den Regulator. Dieselben sind absolut nothwendig und stets nachweisbar. So ergeben sich als Indicatoren für die Regulirung der Geschwindigkeit: Tachometer, der Feuchtigkeit: Hygrometer, der Temperatur: Thermometer, des Druckes: Druckmesser, Barometer u. s. w. Auf allen diesen Gebieten sind directe und indirecte Uebertragung zu unterscheiden und ergeben sich für die Wirkungsweise der Regulatoren analoge Gesetze. So ist beispielsweise zu dem von Rietschel & Henneberg in Berlin construirten und patentirten Feuchtigkeitsregulator für Wohnräume, welcher vermittelst elektrisch ein- und auslösbarer indirecter Uebertragung nach der Feuchtigkeitsquelle hin wirkt, zu bemerken, dass derselbe, analog den Geschwindigkeitswellen bei Geschwindigkeitsregulatoren mit gewöhnlicher indirecter Uebertragung, im Zustande der Luft Feuchtigkeitswellen ergeben wird, welche bei geeigneter Anwendung des mechanischen Relais für die Uebertragung wegfallen würden.

Wenn auch auf eine weitere Verfolgung des Problems der Regulatoren hier verzichtet werden muss, so ist doch in der Combination der bezeichneten Organe die elementare Grundlage gegeben, auf welcher Regulatoren für irgend welche Grössen sich erfinden lassen. Dass die angeführten Sätze sich nicht blos auf die Beherrschung der Maschine gegenüber störenden Einflüssen anwenden lassen, sondern auch übertragbar sind auf die bewusste Thätigkeit des Menschen überhaupt, wo es sich um die Erhaltung bestimmter Zustände oder um die Sicherung der Durchführung von zum Voraus durch unseren Willen vorgezeichneten Processen in der uns umgebenden Körperwelt handelt, — darauf hinzuweisen, möge schliesslich noch gestattet sein.

an der Scheibe A_s, bei Geschwindigkeitszunahme derselbe Steuerdaumen an der Scheibe C_s an, in ersterem Falle dem mit den Armen a und a_1, c und c_1 versehenen Scheibenträger H_s (von oben d. h. im Grundriss betrachtet) eine Linksdrehung, in letzterem Falle eine Rechtsdrehung ertheilend, während dieser in den Stellungen des Steuerdaumens S zwischen den Scheiben A_s und C_s dadurch in seiner mittleren Drehlage erhalten wird, dass der Steuerdaumen an den Naben dieser Scheiben vorbeistreift.

Das Executivgetriebe empfängt die motorische Kraft von der lose auf der Welle m sitzenden Stufenscheibe M und der an dieser befindlichen breiten Riemenscheibe durch einen verschiebbaren offenen Riemen, wenn derselbe von seiner wirkungslosen Mittellage aus, in welcher er unten auf der losen Scheibe B liegt, nach rechts oder links auf eine der benachbarten Scheiben A oder C geschoben wird. Auf der ebenfalls losen Scheibe A liegend, treibt er vermittelst der Kegelräderterne A_1, B_1, C_1 die nach dem Schützen hin gehende executive Welle E in der einen Richtung, auf der Scheibe C liegend, welche auf der Welle E befestigt ist, diese direct und in entgegengesetzter Richtung.

Die Steuerung des Wendegetriebes d. h. die Verschiebung des Riemens nach Massgabe der indicirenden Bewegung der Tachometerhülse q geschieht vermittelst des Steuerdaumens S und der Anschlagscheiben A_s und C_s am drehbaren Scheibenträger mit dem von ihm ausgehenden Arm S_1, dem Kreuzgelenk S_2 und der in den Gestellarmen G_s gelagerten Riemengabel S_4 (Fig. 3).*)

Um der Wirkung eines mechanischen Relais entsprechend eine der Indicatorbewegung proportionale Executivbewegung zu erzielen, ist der Scheibenträger H_s parallel zur Tachometerwelle zu bewegen. Dies erfolgt bei eingerücktem Wendegetriebe von dem Zwischenrade B_1 aus vermittelst der Stirnräder Z_5 und Z_6 und der oben als Schraube gebildeten Welle e, deren Drehung Verticalverschiebung des mit einer Schraubenmutter versehenen Steuerschlittens R_e bedingt, an welchem wiederum der Steuerscheibenträger H_s drehbar gelagert ist. Dieser Steuerschlitten R_e ist mit schwalbenschwanzförmiger Profilirung prismatisch an dem, mit dem Gestelle G verschraubten Klotze R geführt. Bei dieser Verticalbewegung der Vorsteuerung an sich bleibt die Stellung der Riemengabel zunächst unverändert, indem der gabelförmig gestaltete Steuerhebel S_1 mit seinem langen Gabelzapfen in dem Kreuzgelenke S_2 sich wirkungslos verschieben kann.

Demnach folgt der Steuerschlitten R_e der axialen indicatorischen Bewegung des Steuerdaumens, sobald derselbe das Wendegetriebe eingerückt hat, und findet beim Zusammentreffen beider wieder Ausrückung und Abstellung der executiven Bewegung statt. Wir können demnach in jedem Beharrungszustande aus der Stellung des am Steuerschlitten R_e angebrachten Zeigers hinsichtlich der am Klotze R angebrachten Scala sowol die Geschwindigkeit der Maschinenanlage als auch zugleich die ihr bestimmt entsprechende Schützenstellung erkennen, während bei Uebergängen von einem Beharrungszustande zu einem anderen d. h. während der regulirenden Thätigkeit des Regulators das Tachometer durch seinen Stand jederzeit die Geschwindigkeit der Maschinenanlage richtig angiebt.*)

Centrifugalregulatoren mit schwebender Aufhängung. (Blatt 30.)

Wird zu den Bewegungen der mechanischen Relais mit wandernder Steuerung eine Bewegung addirt, die gleich, entgegengesetzt und synchron ist mit demjenigen Wege der wandernden Steuerung, der nach geschehener Einrückung des Wendegetriebes proportional zum executiven Wege erfolgt, so ergiebt sich eine stationäre Steuerung. Das bisherige Gestell des indicatorischen Mechanismus hingegen erhält nun eine Bewegung, welche derjenigen der bisherigen wandernden Steuerung entgegengesetzt ist. Für die Centrifugalregulatoren resultirt hieraus die sogenannte schwebende Aufhängung, bei welcher die an der Tachometerwelle befindlichen Aufhängepunkte der Centrifugalpendel und diese Welle selbst ausser ihrer Drehung eine dem executiven Wege proportionale axiale Bewegung ausführen, wie die Constructionen auf Blatt 30 zeigen. Es lassen sich irgendwelche Wendegetriebe, wie sie für Regulatoren mit indirecter Uebertragung in Anwendung sind, auch für Regulatoren mit schwebender Aufhängung gebrauchen, oder bestehende Regulatoren in letztere umwandeln.

Fig. 1 bis 3 stellen einen Centrifugalregulator mit schwebender Aufhängung dar. T Proell'sches Centrifugaltachometer; statt desselben könnte aber auch ein Watt'sches, Porter'sches oder anderes Tachometer benutzt werden. Das Belastungsgewicht Q bildet übrigens nicht ein Stück mit der unteren Regulatorhülse H_2, sondern ist getrennt auf letztere gesetzt und wird durch Reibung mitgenommen, so dass die bei Geschwindigkeitsänderungen der Maschine in den Zahnrädern des Regulatorantriebes sonst vorkommenden Stösse sowie die besonders beim raschen Ingangsetzen der Maschine stattfindende starke Beanspruchung der Zähne wesentlich reducirt werden.

*) Wenn auch der Steuerdaumen S langsam rotirt, so ist doch behufs weiterer Reduction der Stösse beim Anschlagen desselben an die Scheiben A_s und C_s und zur Erzielung einer allmäligen Verschiebung des Riemens die Verbindung der Stange S_3 mit der Riemengabel S_4 elastisch hergestellt, indem zwei, in der Riemengabelhülse eingekapselte gespannte Schraubenfedern sich gegen einen Stellring auf der Stange S_3 stützen.

*) Hinsichtlich der Anordnung des Riemen-Wendegetriebes zeigt dieser Regulator Uebereinstimmung mit der vom Ingenieur David Ziegler im Hause J. J. Rieter & Co. in Töss bei Winterthur für Turbinenanlagen häufig angewendeten Construction, vermeidet aber die bei letzterer vermöge der dort angewendeten gewöhnlichen indirecten Uebertragung vorkommenden bedeutenden Geschwindigkeitsschwankungen, mit welchen der Uebergang von einem Beharrungszustand in einen neuen Beharrungszustand erfolgen muss, fast vollständig und dürfte deshalb für hydraulische Motoren besonders geeignet sein.

M Antriebscheibe, vermittelst der Welle m und der Kegelräder M_1 und M_2 die Rotation der Tachometerwelle m_0 bewirkend, welche unten in der dem Rade M_2 zugehörigen Hülse und oben in einer als Schraube S gebildeten Buchse mit einem Ringzapfen gelagert ist. Die Regulatorhülse H_2 erhält die Drehbewegung von der Welle m_0 vermittelst eines Querkeils, an welchem sie sich jedoch vermöge des Schlitzes axial verschieben kann. Auf ihr sitzen die Räder A und C, die nach einer kleinen verticalen Verschiebung mit dem Rade B auf der Welle m_e oben oder unten in Contact kommen und die executive Bewegung nach dem Schützen hin bewirken, wie es z. B. im vorliegenden Falle durch das Zahnrädergetriebe Z_1, Z_2 und die Welle E geschieht.

Die der indicirten Bewegung entgegengesetzte, der executiven proportionale Bewegung wird hier dem Indicator bezw. der ihn tragenden Welle m_0 durch die Schraube Z_3 auf der Welle E und Schraubenrad Z_4, welches, drehbar sich auf das Gestelle G_0 stützend, als Mutter die Schraube S umschliesst, mitgetheilt, indem letztere, wie die Darstellung der mit einer Kopfschraube festgehaltenen prismatischen Feder zeigt, mit einer seitlichen Nuth am Gestelle G_0 geführt und dadurch verhindert ist, der Drehung der Schraubenmutter Z_4 zu folgen.

Jedem Beharrungszustande der mit dem Regulator zusammenhängenden Maschinenanlage entspricht eine mit der Geschwindigkeit des Tachometers correspondirende bestimmte axiale (in unserem Beispiel verticale) Stellung der Tachometerwelle bezw. der Aufhängepunkte der Centrifugalpendel und zugleich eine bestimmte Stellung des Schützens, soweit die Uebereinstimmung durch das axiale freie Spiel der Räder A und C oder bei deren Contact mit B durch den zur Executivbewegung erforderlichen Druck zwischen den Reibungsrädern nicht beeinträchtigt wird.

Demnach dürfte der Schützen auch direct von der Tachometerwelle m_0 aus bewegt werden, ohne jedoch an deren Drehung theilzunehmen, wie in Fig. 4, wo die kugelförmige Endung der Welle m_0 von einer zweitheiligen, an der Stange E angebrachten Hohlkugel umschlossen wird, oder (s. Fig. 8) vermittelst einer auf der Welle m_0 befestigten Hülse, Winkelhebel E_1 und executiver Stange E.

Der in Fig. 6 und 7 dargestellte Centrifugalregulator mit schwebender Aufhängung zeigt einige Modificationen im Wendegetriebe. Die zweifache Riemenscheibe M_t für den Tachometerbetrieb wird einerseits vom Motor her betrieben, andererseits theilt sie die Bewegung der Riemenscheibe R und weiterhin durch die Kegelräder N und O der Tachometerwelle m_t mit, welche unten in einem axial beweglichen Fusslager sitzt und oben mit eingelegtem prismatischen Mitnehmer in der dem Kegelrade O zugehörigen, mit Nuth versehenen Hülse gleitet. Die obere Tachometerhülse H_1 ist hier nicht auf der Welle m_t festgekeilt, sondern ruht auf dem scheibenartigen Vorsprung einer auf letzterer befestigten Hülse, von welcher aus der Antrieb des ganzen Tachometers T vermittelst Reibung geschieht, so dass bei Geschwindigkeitsschwankungen die Aeusserung der Massenkräfte auf das Reibungsmoment beschränkt ist. Immerhin ist auch hier, wie im vorbeschriebenen Falle, behufs leichteren Antriebes des Regulators das Belastungsgewicht Q auf die centrale Hülse V, in welche die untere Regulatorhülse H_2 cylindrisch eingreift, nur aufgesetzt.

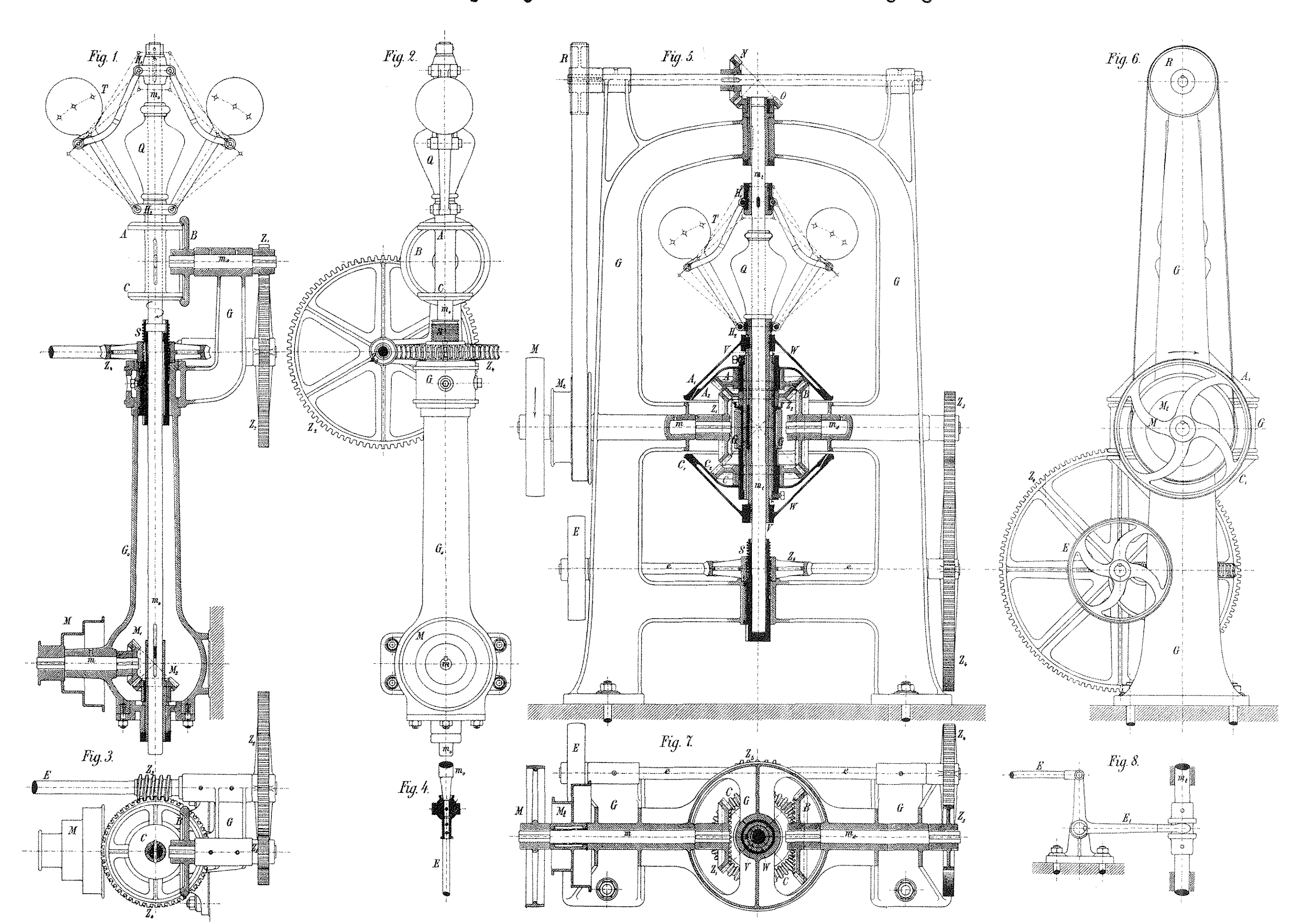
Zur Ausführung der Executivbewegung dient die Räderterne A, B, C eines ruhenden Rotations-Wendegetriebes mit executiver Welle m_e, weiterhin die Stirnräder Z_3 und Z_4 und Welle e mit Scheibe E. Wie früher wird durch Schraube ohne Ende Z_5, eingreifend in das zugleich als Schraubenmutter dienende Schraubenrad Z_6, mit dem als Schraube S gebildeten, im Gestelle G prismatisch geführten Fusslager die verticale Verschiebung der Tachometerwelle bewerkstelligt.

Die Mittheilung der für die Schützenbewegung erforderlichen motorischen Kraft erfolgt jedoch hier nicht von der Tachometerwelle aus, sondern eigens vom Motor aus vermittelst des Rades M auf der Welle m und der Kegelräder Z_1 und Z_2, von welchen letzteres auf der Hülse W befestigt ist.

Diese Hülse wird einerseits von einer Lagerschale in der buchsenartigen centralen Ausbildung des Gestelles G umschlossen, welches (s. Grundriss, Fig. 7) ringartig um das Rädergetriebe herum mit zwei Armen nach der Mitte hin geführt ist, andererseits umschliesst die Hülse W die schon erwähnte Hülse V und treibt diese, jedoch ohne deren mit der Tachometerhülse H_2 gemeinsame Verticalbewegung zu hindern, indem, wie in Fig. 5 durch Querschnitt sichtbar gemacht, Nuth auf Seite der Hülse W und eingreifender prismatischer Mitnehmer auf Seiten von V vorgesehen sind.

Oben und unten sind auf der Hülse V die Frictionsscheiben A_1 und C_1 befestigt, welchen die mit den Naben der Zahnräder A und C verkeilten Frictionsscheiben A_2 und C_2 entsprechen. Erfolgt nun von der wirkungslosen mittleren Tachometerstellung aus bei Geschwindigkeitszunahme eine Aufwärtsbewegung der Hülse V, so werden die Frictionsscheiben C_1 und C_2, im entgegengesetzten Falle die Scheiben A_1 und A_2 gekuppelt und dadurch dem executiven Rade B auf der Welle m_e je entgegengesetzte Drehung ertheilt, bezw. der Schützen gesenkt oder gehoben.

Es wird zwar hier wie im vorigen Beispiel von der unteren Tachometerhülse H_2 und der angehängten Hülse V nur die Steuerbewegung ausgeführt, hingegen eine von der Tourenzahl des Tachometers unabhängige, bedeutend geringere executive Geschwindigkeit des Wendegetriebes benutzt, so dass der beim Antriebe des Executivmechanismus sich entgegensetzende sonst erhebliche Massenwiderstand und die durch das anfängliche Gleiten entstehende fatale Abnutzung wesentlich reducirt werden. Ausserdem ist die zum wirksamen Einkuppeln der Frictionsscheiben erforderliche, den Empfindlichkeitsgrad des Regulators beeinträchtigende axiale Kraft durch den gewonnenen grossen Durchmesser dieser Scheiben vortheilhaft herabgemindert auch durch compendiöse An-


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

ordnung des ganzen Rädermechanismus dem äusseren Aussehen und dem Schutze der einzelnen Theile Rechnung getragen.

Mechanische Relais mit Stromwendung. (Blatt 31.)

Mechanisches Relais mit rotirendem Hahn (Doppelhahn). Löst man in dem Flüssigkeitswendegetriebe S. 518 u. 519, Fig. 9 auf Blatt 24, das Hahngehäuse von der Leitung in der Weise ab, dass dasselbe gemeinsam mit dem Hahnkegel rotiren kann, ohne dabei den durch ihre Relativlage bedingten Lauf der motorischen Flüssigkeit zu ändern, so ist ein mechanisches Relais mit wandernder Steuerung gewonnen, wenn mit dem Hahnkegel die indicatorische Bewegung ausgeführt wird, das bisherige Gehäuse hingegen eine der executiven Bewegung entsprechende Rotation erhält, wie dies die in Fig. 1 bis 6, Blatt 31, dargestellte Construction zeigt*). Mit dem Indicator J auf der Welle i wird der Hahn V_i bewegt. Das rotirende Gehäuse V_e empfängt seine Bewegung von der der indicirten Bewegung folgenden (hier nicht angegebenen) Kraftmaschine aus durch das Zahnrad E auf der hohlen Welle e. Seine vier länglichen Kammern communiciren einerseits durch die Oeffnungen O_1, O_2, O_3, O_4 mit den ringförmigen Kammern I, II, III, IV des stationären Gehäuses G, an welche sich Admissionsleitung L_1, Exmissionsleitung L_2 und Wechselleitungen L_3 und L_4 nach und von der Kraftmaschine anschliessen, während an der inneren Seite die länglichen Oeffnungen 1, 2, 3, 4 entweder durch die Flügel v_1, v_2, v_3, v_4 des centralen Hahnkörpers überdeckt oder für die eine oder die andere Stromrichtung entsprechend geöffnet werden.

Die Bewegung der motorischen Flüssigkeit vom Oberreservoir R (Accumulator, Dampfkessel) aus durch die executive Kraftmaschine M hindurch nach dem Unterreservoir R_1 (Unterwasser, freie Atmosphäre, Condensator) geht bei positiver Bewegung des Indicators J auf dem Wege:
R, L_1, I, 1, V_i, 3, III, L_3, M, L_4, IV, 4, V_i, 2, II, L_2, R_1,
bei negativer Drehung auf dem Wege:
R, L_1, I, 1, V_i, 4, IV, L_4, M, L_3, III, 3, V_i, 2, II, L_2, R_1
je mit entsprechendem Drehsinne der executiven Kraftmaschine vor sich. Voreilen derselben bezw. des rotirenden Hahngehäuses ergiebt Gegenwirkung der motorischen Flüssigkeit (Contredampf).

Fig. 15 und 16 zeigen die Verwendung eines derartigen Relais an einem Kapselräderwerk, dessen beide Räder in dem Gehäuse A, B auf Wellen a und b sitzend, durch die Zahnräder Z_a und Z_b gekuppelt sind, welch letzteres mit Klauen zur weiteren Fortpflanzung der executiven Bewegung nach dem Executor hin versehen ist. Durch das Stirnrad E_m auf der Welle b wird das Rad E des Relais getrieben, dessen Combination mit der Kraftmaschine im Uebrigen die eingeschriebenen Buchstaben von bisheriger Bedeutung hinreichend erläutern.

*) Andere Lösungen ergeben sich durch motorische Umkehrung und Vertauschung der Rollen von Hahn und Hahngehäuse.

Wird die Aufgabe des Relais darauf reducirt, nur in ein und demselben Sinne die executive Bewegung nach vorgeschriebener Geschwindigkeit zu bewirken, so vereinfacht sich die Lösung wesentlich; die Stromwendung fällt fort und die Function des rotirenden Doppelhahns besteht nur im Drosseln und Abschliessen d. h. in der Herstellung des zur Ueberwindung der auftretenden Widerstände erforderlichen motorischen Gefälles in der Kraftmaschine. Dieser Aufgabe entspricht die Construction in Fig. 7 und 8. Vom Oberreservoir herkommend tritt hier die motorische Flüssigkeit aus I durch den rotirenden Doppelhahn in die Admissionsleitung II mit reducirter Pressung nach der Kraftmaschine hin. Im Uebrigen erklärt sich die Einrichtung durch die Zeichnung.

Die Uebertragung der bisher als willkürlich angenommenen Bewegung des Indicators an ein Uhrwerk ergiebt einen Differentialregulator, dessen bekannte, hier bisher nicht berücksichtigte aus den Massenkräften der Maschinenanlage sich ergebende Unvollkommenheiten noch durch die Einschaltung besonderer Vorkehrungen zwischen Indicator und Doppelhahn eingeschränkt werden müssten.

Ferner sei noch bemerkt, dass der Doppelhahn der angegebenen Relaissteuerung selbstverständlich sich von der Cylinderform in die Kegelform überführen und schliesslich zu einem zweifachen Drehschieber gestalten liesse.*)

Einfachere Lösungen ergeben sich durch Elimination der übereinstimmenden indicatorischen und executiven Bewegung in der Steuerung d. h. durch Verwendung von Differentialgetrieben, welche die Differenz jener Bewegungen auf eine stationäre Steuerung wirken lassen.

So zeigen Fig. 9 bis 11 die Steuerung eines Relais, in welcher die Bewegungsdifferenz des Indicators J hinsichtlich des der executiven Kette angehörigen Rades E vermöge des im Gestelle G gelagerten Schraubenpaares S_i und S_e axiale Verschiebung der an der Rotation unbetheiligten Stange v mit dem Schieber V bedingt, dessen Abweichung von der Mittel- oder Schliesslage aus nach rechts oder links Stromwendung ergiebt, indem er die motorische Flüssigkeit von I aus durch die executive Kraftmaschine hindurch und nach dem Exmissionscanal II zurück entweder auf dem Wege:

I, III, Kraftmaschine, IV, II

oder auf dem Wege:

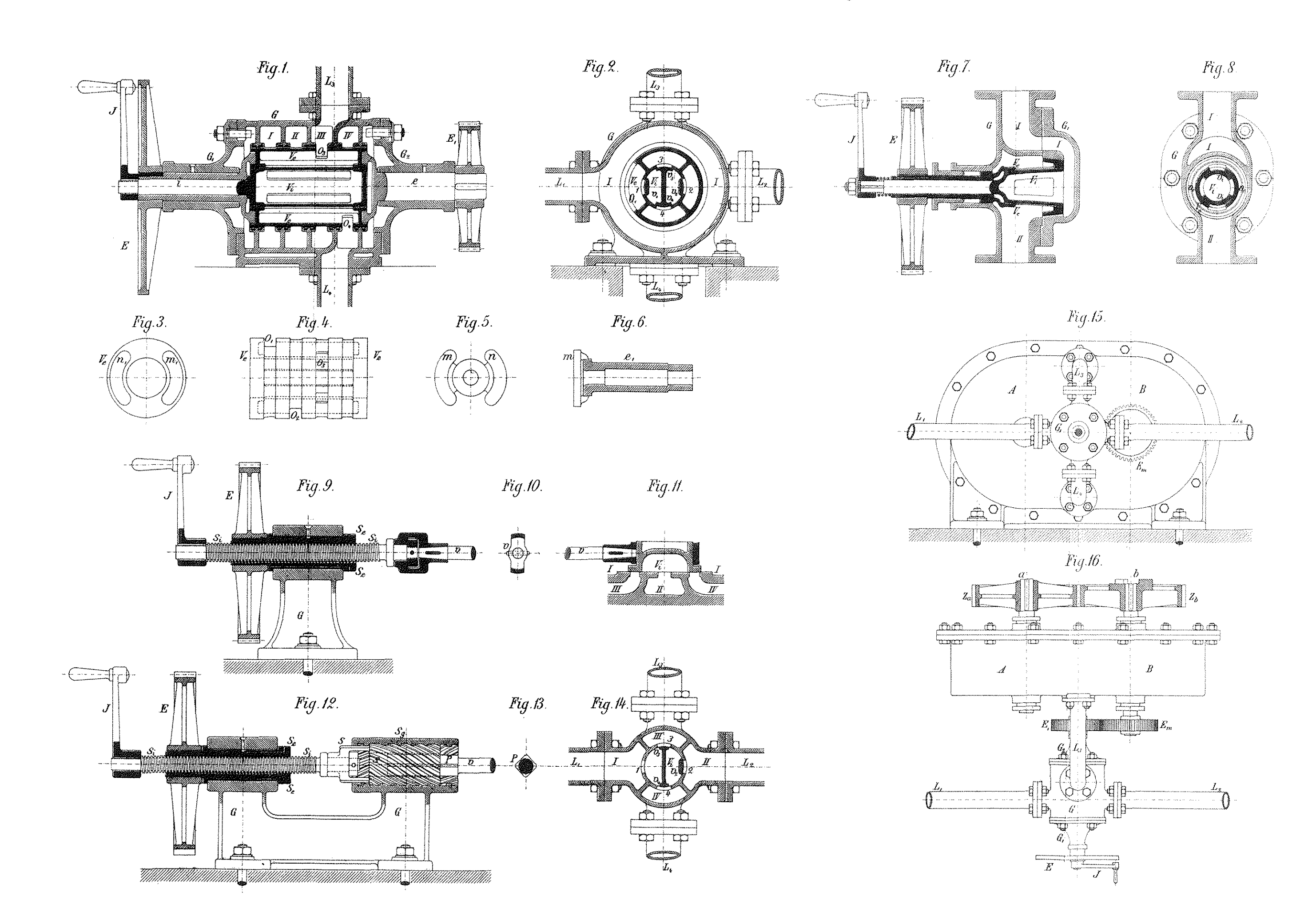
I, IV, Kraftmaschine, III, II

mit je entgegengesetztem Bewegungssinne der dem Indicator folgenden Kraftmaschine leitet.

Die Verwendung der schraubenförmigen Paarung von J und E für Hahnsteuerung zeigen Fig. 11 bis 14. Vermittelst der steilen Schraube S in der am Gestelle G festen Mutter S_g wird die der Bewegungsdifferenz von

*) Es hat sich auch nachträglich gezeigt, dass ein derartiges Relais für eine zur Bewegung des Schiffs-Steuerruders dienende Dampfmaschine in Amerika patentirt wurde, Wadsworth's New Steam Tiller for Vessels („Scient. American" 1879, I, S. 191. Mit Abbildung).

Mechanische Relais mit Flüssigkeitswendegetrieben.



J und E entsprechende axiale Verschiebung in proportionale Drehung der mit der Schraube S prismatisch gepaarten Welle v des Steuerhahns V_i umgesetzt, dessen Rechts- oder Linksdrehung die Leitung der motorischen Flüssigkeit auf dem Wege:

L_1, I, 1, V_i, 3, III, L_3, Kraftmaschine, L_4, IV, 4, V_i, 2, II, L_2

oder

L_1, I, 1, V_i, 4, IV, L_4, Kraftmaschine, L_3, III, 3, V_i, 2, II, L_2

ergiebt, während in der gezeichneten Mittellage der Weg von I nach II durch den Hahnflügel v_2 abgeschlossen ist. Hingegen communiciren hierbei vermöge der negativen Ueberdeckung der Oeffnungen 3 und 4 durch die Ventilflügel v_3 und v_4 die Leitungen L_3 und L_4, so dass die Kraftmaschine unter Druck steht. Bei Dampfmaschinen ist dies bekanntlich für deren rasche Ingangsetzung (die Maschine bleibt warm) von Wichtigkeit, ebenso kommt aber diese Einrichtung auch der schnelleren Stilllegung oder allgemein dem besseren Anschlusse der executiven Bewegung an die indicatorische zu statten. Selbstverständlich könnte diese negative Ueberdeckung ebenso bei dem rotirenden Doppelhahn und beim Gleitschieber Anwendung finden.

Bei Verwendung elastischer motorischer Flüssigkeiten (Dämpfen, Gasen) wird in vielen Fällen die Hinzufügung einer Bremse und eines Sperrwerkes zweckmässig sein, um nicht zu grosse Abweichungen zwischen der indicatorischen und executiven Bewegung zuzulassen, die Beendigung oder den Wechsel der Bewegung rasch vollziehen zu können und die Ruhelage zufälligen Kräften gegenüber zu einer bestimmten zu machen. Diese Aufgabe lässt sich praktisch leicht in der Weise lösen, dass der Kraftmaschine eine zweite, mit Wasser oder irgend einer nahezu unelastischen Flüssigkeit gefüllte Maschine (Kolbenmaschine oder Kapselräderwerk) hinzugefügt wird, welche, mit ersterer gemeinschaftlich gesteuert, wirkungslos deren Bewegungen folgt, beim Umsteuern und Anhalten aber als hydraulische Bremse und vermöge des zu beiden Seiten befindlichen, eingeschlossenen Wasserkörpers als beiderseitig wirkendes Sperrwerk dient.

In allen Fällen wird die Wirkung der Voreilung des indicatorischen Gliedes in der Steuerung gegenüber dem executiven Gliede auf die Herstellung der vollen Durchgangsquerschnitte für die motorische Flüssigkeit zu beschränken und damit zugleich falsche Umsteuerung zu verhindern sein, welche beim Drehschieber die Folge weiter gehender Voreilung sein würde.

Additions- und Subtractions-Rädergetriebe. (Blatt 32.)

Die unter dem Namen „Differential-Rädergetriebe“ bekannten Mechanismen bestehen im Wesentlichen bekanntlich aus zwei conaxialen Haupträdern und einem Zwischen- oder Umkreisungsrade, dessen Achse um diejenige der Haupträder in Rotation gesetzt werden kann. In der Ruhelage der Zwischenradachse drehen sich die beiden Haupträder in entgegengesetzten Richtungen mit constantem Verhältniss ihrer Geschwindigkeiten; die Drehung der Zwischenradachse hingegen bedingt eine Differenz dieser Geschwindigkeiten, so lange und in dem Masse, wie sie stattfindet.

Das auf Blatt 32 in Fig. 1 bis 4 dargestellte Getriebe hingegen, in welchem mit der Räderterne des Differential-Rädergetriebes eine zweite Räderterne combinirt ist, bezweckt, die relative Drehlage zweier in gleichem Sinne rotirender conaxialer Räder bezw. Wellen durch eine andere, davon unabhängige Bewegung und proportional zu dieser in der Weise zu ändern, dass nach Beendigung derselben die beiden Hauptträder in ihrer veränderten relativen Drehlage gemeinschaftlich weiter rotiren. Die Drehung des einen Hauptrades constant angenommen, ist also die Drehung des anderen gleich derjenigen des ersteren plus oder minus hinzugefügte Drehung.

In dem Stirnrädergetriebe, Fig. 1 und 2, sind R_a und R_b die beiden, auf den conaxialen Wellen A und B sitzenden Hauptträder. In letzteres greifen die beiden am Gestelle G gelagerten Räder r_b, in ersteres die am drehbaren Arme C gelagerten Räder r_a, welche Räder r_a und r_b andererseits mit dem gemeinschaftlichen Doppelrade R in Eingriff stehen, dessen Drehachse mit derjenigen der Wellen A und B zusammenfällt.

Denken wir uns zunächst den Mechanismus in Ruhe, die Welle A fest und beschreiben mit dem Arme C den Drehwinkel w_c, so entsprechen demselben auf Seite der anderen Räder Drehwinkel, die sich in nachstehender Weise schreiben, wenn die gebrauchten Bezeichnungen der Räder zugleich deren Radien bedeuten und ihre Winkelgeschwindigkeiten mit w und correspondirenden Indices bezeichnet werden. Drehwinkel des Doppelrades R:

$$w = w_c\left(1+\frac{R_a}{R}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

Drehwinkel des Rades R_b:

$$w_b = -w\frac{R}{R_b} = -w_c\left(1+\frac{R_a}{R}\right)\frac{R}{R_b} \quad . \quad . \quad (2),$$

demnach:

$$\frac{w_b}{w_c} = -\frac{R+R_a}{R_b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

Setzen wir nun die Welle A in Drehung, so wird vermöge gleicher Grösse der beiden durch Indices a und b unterschiedenen Rädergruppen die Welle B in demselben Sinne und mit derselben Geschwindigkeit rotiren müssen wie erstere, also $w_b = w_a$ sein.

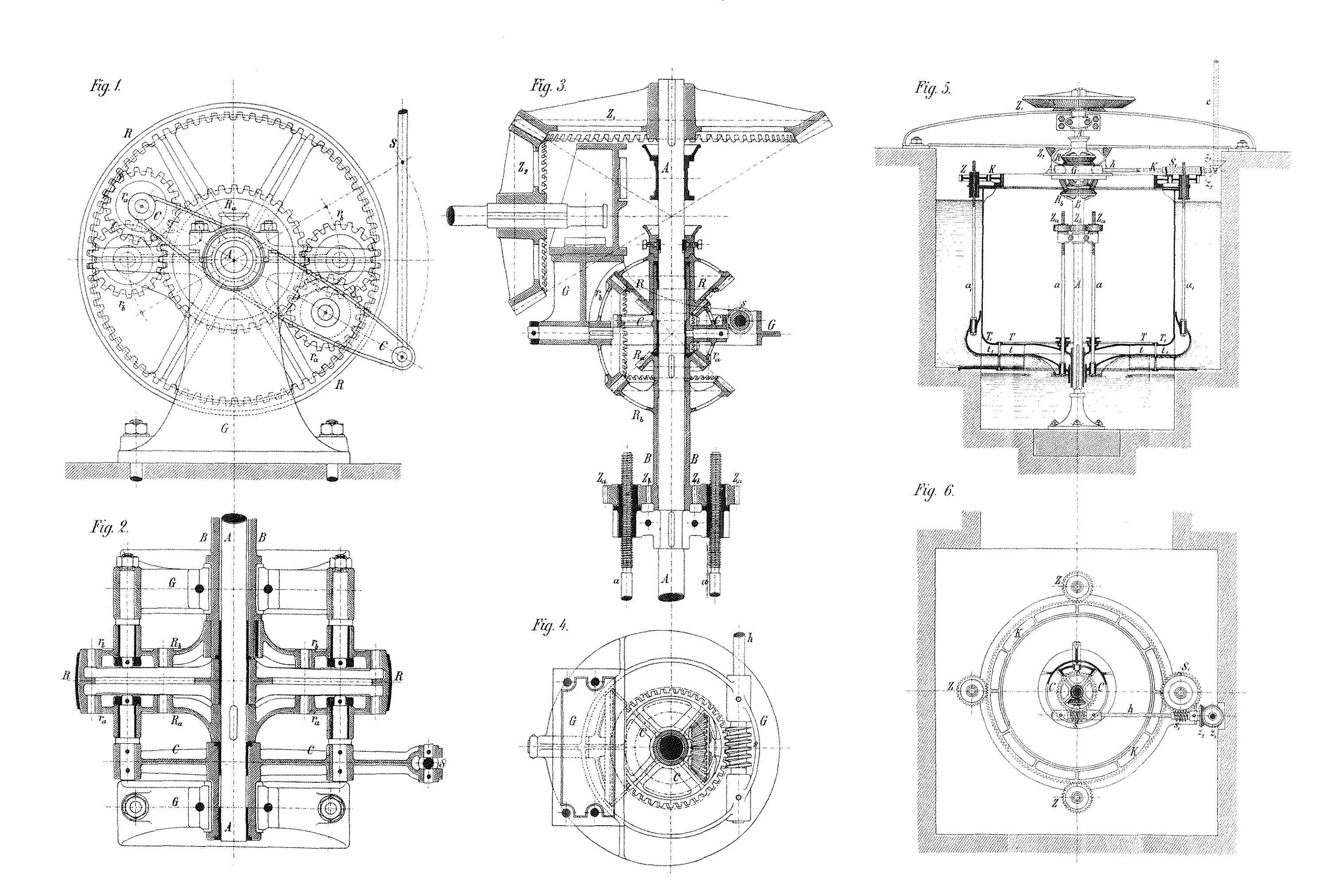
Zu dieser Drehung kommt aber bei Drehung des Armes C der entsprechende Werth w_b nach Formel (3) hinzu, so dass allgemein:

$$w_b = w_a - \frac{R+R_a}{R_b}w_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Hiernach muss bei diesem Rädergetriebe die Drehung des Armes C in entgegengesetztem Sinne zu derjenigen Drehung stattfinden, welche zu $w_b = w_a$ hinzugefügt werden soll, d. h. die mit A und B gleichgesinnte Drehung von C wirkt subtractiv auf B, weshalb dieses Getriebe Subtractions-Rädergetriebe heissen möge.

Setzen wir hingegen die Drehung der Welle B als unveränderlich voraus, so erhalten wir ein Additions-

Subtractions-Rädergetriebe.



Rädergetriebe, indem sich für die Welle A zu der Drehbewegung $w_a = w_b$ durch die gleichgesinnte Drehung des Armes C eine additive Drehung und demnach eine gesammte Drehung:

$$w_a = w_b + \left(\frac{R+R_a}{R_a}\right) w_c \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

ergiebt.

Mit Kegelrädern lassen sich die Additions- und Subtractions-Rädergetriebe in der in Fig. 2 und 3 dargestellten Weise ausführen. Gleiche Bezeichnungen stellen Grössen von gleicher Bedeutung wie vorhin dar.

Kegelrad R_a fest auf der centralen Welle A, Kegelrad R_b fest auf der conaxialen hohlen Welle B, Zwischenrad r_b mit unveränderlicher Achsenlage am Gestelle G gelagert, Doppelrad R lose auf der Welle A, Zwischenrad r_a mit seiner Achse um diejenige der Haupträder drehbar. Der Arm ist hier durch ein die Achse des Rades r_a tragendes Schraubenrad C ersetzt.

In der Ruhelage der Zwischenradachse haben die Hauptträder R_a und R_b wiederum übereinstimmende Drehgeschwindigkeiten. Drehung der genannten Achse hinsichtlich der Hauptachse im Betrage w_c bedingt für das Doppelrad die Drehung:

$$w = 2 w_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Ferner ist:

$$w_b = -w = -2 w_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

und demnach allgemein:

$$w_b = w_a - 2 w_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3),$$

wenn zu der unveränderlichen, als Basis dienenden Drehung w_a der Welle A die Drehung des Armes C hinzukommt. Dieser Fall bedeutet demnach ein conisches Subtractions-Rädergetriebe. Machen wir hingegen w_b unveränderlich und demnach w_a variabel, so ergiebt sich ein Additions-Rädergetriebe mit der Beziehung:

$$w_a = w_b + 2 w_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3a).$$

Eine weitere Ausbildung können diese Mechanismen, sowol bei Stirnrädern als bei Kegelrädern dadurch erfahren, dass die beiden bisher von gleicher Grösse angenommenen Zahnrädergruppen verschiedene Uebersetzungsverhältnisse erhalten. Hierdurch wird es möglich, in den Gang zweier mit verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten rotirender Wellen eine Aenderung ihrer Relativbewegung einfliessen zu lassen. Ferner lassen sich innerer Eingriff und äusserer Eingriff vertauschen. Auch kann die motorische Kraft durch irgend eines der Räder in den Mechanismus geleitet, bezw. dieser in irgend einer Richtung von der motorischen Kraft durchflossen werden. In Fig. 1 und 2 ist das Doppelrad R Antriebscheibe, während die durch Fig. 3 und 4 dargestellte Construction eines conischen Subtractions-Rädergetriebes speciell für die Regulirung einer Francis-Turbine mit veränderlicher Leit- und Laufradhöhe durchgeführt ist.

In Fig. 5 und 6 ist T das Laufrad, T_1 das Leitrad der Francis-Turbine, t ein auf der Laufradachse vertical verschiebbarer, in die Turbinenzellen hineinragender Teller, t_1 ein analoger Teller auf Seite des Leitrades. Während des Ganges der Turbine sollen dem veränderlichen Aufschlagquantum entsprechend und ohne Aenderung des Füllungsgrades der Turbinenzellen beide Teller gleichzeitig vertical auf und nieder geschoben werden.

Diese regulirende Bewegung werde in dem vorliegenden Beispiele von der verticalen Welle e aus durch das Kegelräderpaar Z_1, Z_2 der horizontalen Welle h mitgetheilt, welche vermittelst Schraube s_1 das Schraubenrad S_1 treibt. Letzteres umgreift als Schraubenmutter die oben als Schraubenspindel gebildete Zugstange a_1, welche an Turbinenteller t_1 angreift. Derselbe umschliesst ringförmig das innere Turbinengehäuse. Zu seiner Parallelführung in verticaler Richtung sind vier Zugstangen in regelmässiger Vertheilung an der Peripherie angebracht, wie aus dem Grundriss, Fig. 6, hervorgeht, deren Auf- und Niederbewegung gleichmässig erfolgt, indem der als Zwischenrad dienende Zahnkranz K, welcher an der oben entsprechend cylindrisch gebildeten Ringplatte des inneren Turbinengehäuses geführt ist, die Drehung des mit dem Schraubenrade S_1 verbundenen Stirnrades gleichmässig den anderen Stirnrädern Z mittheilt, welche die zugehörigen Zugstangenschrauben gleichfalls als Muttern umschliessen.

Die gleichzeitige Bewegung des Turbinentellers t erfolgt von derselben Welle h aus vermittelst Schraube s und Schraubenrad C, welches die Zwischenradachse des Subtractions-Rädergetriebes trägt. Dasselbe wurde schon durch Fig. 3 und 4 specieller dargestellt. Die damit erzielte Relativbewegung der Turbinenwelle A und der conaxialen hohlen Welle B wird vermittelst Stirnrad Z_b den als Muttern dienenden Stirnrädern Z_a mitgetheilt, und somit der an den Zugstangen a hängende Turbinenteller t vertical verschoben.

Die Uebersetzungsverhältnisse der Rädergetriebe sind so zu wählen, dass die Bewegung der beiden Teller gleichmässig erfolgt.

Auf diese Weise ist die Aufhängung des Turbinentellers t in einem heb- und senkbaren Ring- oder Kammlager vermieden.

Ausgedehnte Anwendung können die Additions- und Subtractions-Rädergetriebe bei Umsteuerungen für Dampfmaschinen finden, in der Weise z. B. dass A Kurbelwelle, B verdrehbares Vertheilungsexcentrik ist; ferner für variable Expansionssteuerungen, wenn A Kurbelwelle mit Hauptexcentrik und B verdrehbares Expansionsexcentrik.

Es liesse sich aber auch durch Hinzufügung eines weiteren Getriebes, wenn A mit Hauptexcentrik, B mit Expansionsexcentrik verbunden ist und beide auf der Kurbelwelle drehbar angebracht sind, die ganze Steuerung d. h. beide Excentriks gemeinschaftlich umlegen. Ferner würde dieses Rädergetriebe für rotirende Kraftmaschinen zur Wendung der Bewegung durch Wendung des Receptors (vergl. Griffith, S. 519) wohl geeignet sein.

Ebenso wie in dem vorgelegten Rädergetriebe vermittelst des Armes C nach Belieben eine Bewegungsdifferenz der in gleichem Sinne rotirenden Wellen A und B erzielt werden kann, lässt sich umgekehrt durch

eine solche Differenz eine proportionale Bewegung von C bewirken. Das Getriebe ist also für ein gleichläufiges Rotationsrelais in der Weise benutzbar, dass die indicatorische Bewegung mit der einen Welle geschieht, die andere Welle hingegen der executiven Bewegung folgt und die aus der Differenz sich ergebende Bewegung von C zum Steuern dient.

Für ein gegenläufiges Rotationsrelais mit stationärer Steuerung würde das gewöhnliche Differentialgetriebe, dessen Hauptträder entgegengesetzt rotiren, geeignet sein. Schliesslich bedarf es nur noch eines Blickes auf das S. 522 untersuchte Hubrelais, um die Analogie der dort für die Steuerung aufgestellten Fälle mit den hier für das Rotationsrelais angegebenen zu erkennen.

Oertliche Beziehungen der Organe des mechanischen Relais.

Die Combination der Organe einer Maschinenanlage mit Relais wird bei örtlicher Bestimmtheit des Indicators J, der Kraftquelle M und der Arbeitsstelle E, s. Fig. 12, Blatt 24, in der Regel am zweckmässigsten in der Weise geschehen, dass durch die motorische Leitung m und die executive Leitung e, welche vorläufig noch als mechanische Triebwerke vorausgesetzt werden mögen, zunächst eine möglichst directe Verbindung von M mit E hergestellt wird, während die Länge der nur zur Transmission des Commandos dienenden, verhältnissmässig leichteren und billigeren indicatorischen Leitung i weniger in die Wagschale fällt.

Das den Knotenpunkt dieser drei Ketten i, m und e bildende eigentliche Relais R wird jedenfalls dem Orte E der Execution möglichst nahe zu rücken sein, damit die mit der Anspannung des elastischen executiven Triebwerkes e unvermeidlich verknüpfte Bewegungsdifferenz ihrer Endglieder, des Steuerungsgliedes am Relais einerseits und des Executors andererseits, auf ein kleines Mass gebracht werde.

Eine für ähnliche locale Verhältnisse wie in Fig. 12 dienende Maschinenanlage mit Wendegetriebe hingegen stellt die schematische Fig. 11 dar. Hier geht von dem Standpunkte S des die Maschinenthätigkeit lenkenden Individuums aus die zur Uebertragung der Steuerbewegung dienende Kette s nach dem gleichfalls der Executivstelle E möglichst nahe gerückten Wendegetriebe W und von der Executivstelle aus eine die veranlasste executive Bewegung meldende, referirende Leitung r nach dem neben S befindlichen Referenten R hin. Auf diese, hier jedenfalls unentbehrliche referirende Leitung in irgend einer Form wird man übrigens selbst bei Anwendung des Relais in wichtigen Fällen behufs Ermöglichung der Controle der richtigen Wirksamkeit der Anlage nicht verzichten (vergl. S. 608).

Ebenso wie die Transmission der Triebkraft von M nach E auf elektrischem Wege geschehen kann, ja — noch mit viel mehr Berechtigung — lässt sich auch die Indication und die Rückmeldung der Execution elektrisch bewerkstelligen, ferner direct oder indirect z. B. durch eine Kette von Individuen, optisch oder akustisch signalisiren. Hiermit betreten wir das weite, sorgsam bebaute Feld des Signalwesens, welches in der Eisenbahntechnik eine so hohe Stufe der Entwickelung erreicht hat, am Grossartigsten jedoch in der Kriegskunst zur Entfaltung gelangt. Aber auch im täglichen Leben, überall in unserem Thun, ganz besonders in der schaffenden Thätigkeit des Ingenieurs, wo es sich um die zuverlässige Ausführung bestimmt vorgeschriebener Arbeiten handelt, ist leicht das systematische Zusammenwirken jener Factoren zu erkennen, die wir als wesentlich und unentbehrlich für die vollständige Maschinenanlage aufgestellt haben. Der Unterschied zwischen unserem willkürlichen Handeln und der Maschinenarbeit ist nur ein quantitativer in dem Grade der Zuverlässigkeit der Wirkung der nothwendigen Organe, deren Combination hier wie dort dieselbe ist, in der Maschine aber, jede Störung abwehrend, zum kategorischen Ausdruck gelangt.

Praktische Versuche in Hamburg.

Mit der Verwendung der elektrischen Uebertragung für das mechanische Relais ist in der Lenkung der Maschine ein wichtiger Schritt vorwärts gethan. Leicht lassen sich mit dem biegsamen Leitungsdrahte die Schwierigkeiten überwinden, welche dem mechanischen Triebwerk besonders bei grösseren Entfernungen entgegenstehen. Zur praktischen Erläuterung des gewonnenen Standpunktes in der Behandlung der vorliegenden Aufgabe dienten die Versuche, welche auf der diesjährigen Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in der Section für Maschinenbau an einer für diese Zwecke im Vortragssaale besonders hergestellten Maschinenanlage*) durchgeführt wurden, deren Disposition in Fig. 16, Blatt 24, schematisch dargestellt ist.

Die indicirte Bewegung des in diesem Falle rotirenden Indicators wurde vermittelst Stromgeber und anschliessender Leitung nach dem Zeigerwerk Z transmittirt und durch dessen entsprechend rotirenden Zeiger reproducirt. Die durch Abzweigungen von J und Z aus nach E angedeutete Erdleitung war jedoch durch eine directe Drahtverbindung zwischen J und Z ersetzt. M stellt die Kraftmaschine dar, die mit Riemen das Vorgelege V treibt.

Die Wiedergabe der indicatorischen Bewegung nach Sinn, Mass und Zeit geschieht am Zeigerwerke zwar genau und gleichzeitig, der Zeiger ist aber dabei mit einem so geringen Momente behaftet, dass es zur Ueberwindung der Steuerungswiderstände eines mechanischen Relais für beträchtliche Arbeitsleistungen direct nicht

*) Es sei an dieser Stelle gestattet, dankend die Unterstützung anzuerkennen, welche mir für die Vorbereitungen zu dem Vortrage und den Experimenten von dem Vorstande unseres Gesammtvereines, dem Frankfurter Bezirksverein und den Herren Siemens & Halske in Berlin (welche einen ihrer elektrischen Wasserstandsanzeiger zu leihen die Güte hatten), wesentlich aber auch von Seite des Festcomité in Hamburg in freundlichster Weise zu Theil wurde. Die benutzten mechanischen Relais sind nunmehr der Sammlung von Unterrichtsmodellen der technischen Hochschule in Darmstadt einverleibt worden.

hingereicht haben würde. Deshalb wurde dessen Drehung zunächst einem in sehr kleinen Dimensionen construirten, leicht steuerbaren Relais R_1 mitgetheilt, welches, vom Vorgelege V aus mit treibender Kraft versehen, dazu diente, ein zweites, wesentlich stärkeres, gleichfalls vom Vorgelege V aus betriebenes Relais R_2 zu lenken, an dessen Executor E die von J aus willkürlich in Bewegung zu setzende Arbeitsmaschine A angehängt wurde. Beide Relais sind als intermittirend wirkende Rotationsrelais nach der von mir angegebenen Construction, vergl. Fig. 3, Blatt 24, ausgeführt worden, welche sich nicht allein durch Einfachheit und Billigkeit, sondern auch dadurch auszeichnen, dass die Steuerung vermöge ihrer passiven Wirkung mit sehr geringer Kraft von Seite des Indicators vor sich geht.*)

Die Versuche zeigten: 1) den Betrieb der indicatorischen Leitung an sich d. h. die telegraphische Reproduction der indicatorischen Bewegung; 2) die Bewegung der motorischen Kette an sich (ohne Wirkung auf die ruhende executive Kette); 3) die Execution indicirter Bewegungen bei laufender motorischer Kette vermittelst des ersten kleinen Relais R_1 (Drehsinn der Kraftmaschine ohne Einfluss auf die Befolgung der Indication, executive Arbeitsleistung sehr gering); 4) Anschluss des zweiten Relais R_2, zur Ueberwindung grösserer Widerstände geeignet; Hin- und Herschiebung eines Schlittens mit variabler Belastung auf horizontaler Bahn und Betrieb einer Hebemaschine, Heben und Senken einer Last, nach Massgabe der Bewegung des Indicators.

Der Mensch in seiner Bedeutung als Maschine.

Am menschlichen Körper in seiner Bedeutung als Maschine sind zu unterscheiden

1) der Mechanismus: das Knochengerüst mit den Muskeln;

2) die motorische Anlage: die Ernährungsorgane;

3) die indicatorische Leitung: die Willensnerven;

4) die referirende Leitung: die Empfindungsnerven.

Als Mittelglied zwischen den Empfindungsnerven und den Willensnerven besteht das Gehirn.

Zur Verdeutlichung des Zusammenhanges dieser je zu verwickelten Systemen ausgebildeten Organe ist als Beispiel die zur Bewegung des Unterarms dienende Maschine gewählt und in Fig. 15, Blatt 24 eine schematische Darstellung der machinalen Einrichtung des Menschen**) gegeben, soweit sie hier in Betracht kommt.

Die Bedeutung der Buchstaben in dieser Figur ist folgende:

O Oberarm.
U Unterarm.
B Beuger des Unterarms.
T Strecker des Unterarms.
M Magen.
H Herz.
L Lunge.
S sensible Nervenendigungen (z. B. an der Hand die Tastkörperchen, im Auge die Stäbchen und Zäpfchen der Retina, dann die Nervenendigungen im Ohr u. s. w.).
N_s Empfindungsnerven.
N_e Bewegungs- oder Willensnerven.
C Gehirn***) aus Ganglienzellen und Nervenfasern zusammengesetzt: 1) G Ganglienzellen des centralen Theiles; 2) G_s Empfindungs- oder Einlassganglien; 3) G_e Willens- oder Auslassganglien.

Da die Muskeln nur als Zugorgane dienen und nur durch Contraction wirken können, ist für jeden Bewegungssinn ein besonderer Muskel d. h. Bündel von Muskelfasern erforderlich; so dient hier für die Beugung des Arms d. h. die Aufwärtsbewegung des Unterarms der Beuger B, für die entgegengesetzte Bewegung der Strecker T. Ihre mit der Contraction verbundene Anschwellung macht sich bekanntlich deutlich bemerkbar.

Das von den Verdauungs- und Blutbereitungsorganen aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln gebildete und dem centralen Pumpwerke des Blutlaufsystems, dem mit elastischen Saug- und Druckventilen arbeitenden Herzen zugeführte Blut wird von diesem aus durch die Arterien nach allen Körpertheilen hin gepresst, hier entsprechend den zu verrichtenden Functionen des Ersetzens und Aufbauens chemisch verändert, dann mit den Trümmern des Organismus beladen in den Venen nach dem Herzen zurückgesaugt, sowie in weiterem Kreislaufe behufs seiner Regenerirung nach der Lunge und wieder nach dem Herzen hin geführt, wie dies in Fig. 15 durch die beigefügten Pfeile verdeutlicht ist.****)

So entspricht auch jedem Muskel eine besondere Abzweigung des arteriellen und des venösen Adersystems für die Zuleitung und Ableitung des Blutes. Durch die Thätigkeit des Herzens in ununterbrochenem Kreislauf erhalten, ernährt es die Muskeln, sammelt in ihnen die Muskelsubstanz an, deren chemisch gebundene, motorische Kräfte nur ausgelöst zu werden brauchen, um die Contraction der Muskeln mit entsprechender Relativbewegung der anhaftenden Knochen Arbeit verrichtend zu bewirken. Diese Auslösung geschieht durch Einwirkung von Seite des im Muskel sich verästelnden Willensnerven mittelst seiner Endorgane (Endplatten) nach Massgabe der Bethätigung des Gehirns, von welchem aus die Einleitung der Bewegung veranlasst, sowie deren Sinn, Mass, Zeitdauer und Kraft geregelt wird.

Zugleich beobachten wir jedoch die von uns veranlasste Bewegung, d. h. die auf die sensiblen Nerven-

*) Man wird diese Combination mehrerer mechanischer Relais nicht mit einer Vorsteuerung verwechseln, die nur eine Combination von Wendegetrieben bedeutet.

**) Diese Skizze habe ich meinem verehrten Collegen Prof. Dr. v. Koch zu verdanken.

***) Diejenigen Ganglien G, in welchen die Sinnesnerven N_s endigen, sind mit G_s, die Ganglien, in denen die Willensnerven N_e endigen, mit G_e zu bezeichnen.

****) Andere Organe, deren Bedeutung für die vorliegende Betrachtung von untergeordnetem Werthe ist, bleiben im Interesse der leichteren Uebersicht der Hauptthatsachen hier unberücksichtigt und sind deshalb auch in der Figur nicht angegeben.

endigungen ausgeübten Reize der Aenderungen unserer Beziehungen zur umgebenden Aussenwelt werden durch die Empfindungsnerven nach dem Gehirn geleitet und zum Bewusstsein gebracht. Indem wir die durch unsere Maschine bewirkte Bewegung und die sie begleitenden Erscheinungen sehen, hören, fühlen u. s. w., sind wir in den Stand gesetzt, unsere Handlungen mit dem Mass des Vorsatzes in Einklang zu bringen, sowie jederzeit der Aenderung desselben entsprechend zu modificiren oder abzubrechen.

Nachdem wir nun diese an sich bekannten Einrichtungen und Vorgänge im menschlichen Körper an dem betrachteten Beispiele in einer unserem machinalen Standpunkt entsprechenden Uebersichtlichkeit dargelegt haben, erkennen wir auch sogleich, dass das System unserer aus zahlreichen einzelnen derartigen Maschinen zusammengesetzten Maschinenanlage identisch mit demjenigen des schon in Fig. 11 dargestellten allgemeinen Falles ist d. h. auf Wendegetrieben mit anschliessenden motorischen Leitungen und executiven Ketten, steuernden und referirenden Leitungen beruht.

Das Eigenthümliche und Neue unserer Wendegetriebe im Vergleiche zu den früher aufgezählten Arten, bedingt durch die nur einseitige Festigkeit der Muskeln, besteht aber darin, dass für jeden Bewegungssinn ein eigenes motorisches System d. h. ein besonderer (übrigens zugleich der executiven Kette angehöriger) Muskel mit zugehöriger Arterie und Vene dient, welche, analog dem Obergraben und Untergraben einer Wasserradanlage, als Admissions- und Exmissionsleitungen der motorischen Flüssigkeit erscheinen. Das motorische Gefälle ist beim Wasserrade mechanischer, in der Dampfmaschine physikalischer und in unserem Körper chemisch-physikalischer Natur, dort in Metern und Temperaturgraden ausdrückbar, hier nach Sauerstoff- und elektrischem Spannungsverlust zu beurteilen, im Grunde aber nur in den Dimensionen verschieden.

Das ganze Blutbildungs- und Blutcirculationssystem ist unsere motorische Anlage. Aehnlich den Vorgängen in der vollständigen Dampfmaschinenanlage mit der Auslösung gebundener motorischer Kräfte durch den Verbrennungsprocess auf dem Roste, dem Temperaturgefälle nach dem Inneren des Kessels, demjenigen von hier nach der Dampfmaschine hin und endlich dem motorischen Gefälle in dieser selbst nach dem Condensator hin — sehen wir im menschlichen Körper eine Aufeinanderfolge von chemischen Vorgängen auf dem Wege der Verdauung und Blutbildung bis zur Arbeitsleistung in den Muskeln hin, an welche sich noch die regenerirende Thätigkeit der Lunge, derjenigen des Speisewasservorwärmers analog, anschliesst. Weiterhin liesse sich der Vergleich auf die dem Aschenfall, dem Kamine u. s. w. entsprechenden excretorischen Organe ausdehnen.

Die executive Kette wird durch den eigentlichen Mechanismus des Körpers gebildet: eine Combination geschlossener kinematischer, aus den Knochen und Muskeln*) bestehender Ketten, deren einzelne Glieder, in verschiedener Weise (cylindrisch, kugelförmig, schraubenförmig) mit einander gepaart, ihren Umschlussformen entsprechende Relativbewegungen ausführen, deren Vereinigung die Beherrschung eines ihren Dimensionen entsprechenden, umgebenden Raumsystems ermöglicht.

Der in Fig. 11 angegebenen referirenden Leitung r und deren Referenten R entsprechen die Empfindungsnerven N_s und deren Endganglien G_s, der Steuerungsleitung s mit dem Anfangsgliede S hingegen die Willensnerven N_e, welche von den zum betr. Muskelpaare gehörigen Nervenknoten (Ganglien) G_e ausgehen.*)

Der Schluss dieser beiden Ketten, welcher in der schematisch dargestellten Maschinenanlage zwischen den Endgliedern S und R durch den die Maschine beherrschenden Menschen geschieht, erfolgt im Menschen selbst durch den centralen Theil des Gehirns. Hier zwischen der Einlaufstation der referirenden Kette und der Ausgangsstation der Steuerkette geht der geistige Theil der Thätigkeit, die Aufnahme und Ansammlung von Eindrücken, das Ueberlegen und Entschliessen vor sich.

Eine wichtige Thatsache an der menschlichen Maschine darf aber nun hervorgehoben werden: Die in der Combination der steuernden und motorischen Leitung mit der executiven Kette zu einem (der referirenden Leitung bedürftigen) blossen Wendegetriebe beruhende Unvollkommenheit ihrer Bethätigung, welche überall da zum Vorschein kommt, wo es sich um die genaue Ausführung von zum Voraus bestimmten Bewegungen handelt, denn das entsprechende Lenken der Bewegung (bezw. das Steuern) und das Messen der Execution bei gleichzeitiger ideeller Festhaltung des Vorsatzes ist eine mehrfache Beanspruchung des menschlichen Geistes und seiner Maschine, welche mit allen Schwierigkeiten des nicht unbedingten Zusammenhanges der dabei massgebend auftretenden Factoren zu kämpfen hat. Und gerade hier kommt der charakteristische Unterschied des mechanischen Relais wieder deutlich zum Vorschein, denn bei seiner Benutzung besteht unsere That direct nur in der Aeusserung des Willens d. h. in der geometrischen Vorzeichnung der Idee, deren Bewegungsform dem Relais nur anvertraut zu werden braucht, um

*) Wenn die Muskeln als Glieder der kinematischen Kette gerechnet werden, so ist dies ebenso berechtigt und nothwendig, wie bei jenen Uferkrahnen, deren Ausladung durch Veränderung der Länge der vom Krahnpfosten ausgehenden Strebe (Druckorgan) oder der Ausladekette (Zugorgan) vergrössert oder verkleinert werden kann, weder das eine noch das andere Glied als nicht zur kinematischen Kette gehörig weggelassen werden dürfte, um so mehr als die offene kinematische Kette des Knochengerüstes an sich der Erhaltung des Schlusses seiner Elementenpaare durch die Muskeln bedarf, ohne welche dieselbe aus einander fallen würde.

*) Schliesst die Bewegung des lebenden Körpers deren Wendung nothwendiger Weise schon in sich, so sind doch dazu nicht unbedingt zwei Muskeln mit besonderen Willensnerven erforderlich. Die Natur hat diese Aufgabe mit dem belasteten Wendegetriebe gelöst. So bei den zweischaligen Conchylien, deren Schliessung vermittelst des an den Innenseiten der Schalen befestigten, mit Nerv versehenen Muskels unter gleichzeitiger Anspannung eines auf der Aussenseite des Gelenkes liegenden elastischen Bandes geschieht, so dass das Oeffnen nur durch Reduction der Anspannung des Schliessmuskels erfolgt. Im leblosen Zustande sind deshalb diese Muschelthiere offen.

vermittelst desselben selbstthätig mit der zur Execution erforderlichen Kraft behaftet zu werden.

Ein die drei Leitungen der vollständigen Maschine vereinigender Knoten besteht in beiden Fällen. Hier wie dort enthält er ein Wendegetriebe mit Steuerung. Der wesentliche Unterschied besteht aber darin, dass die zur Erreichung des beabsichtigten Zieles der executiven Bewegung nöthige Steuerbewegung im Relais das Ergebniss der Differenz von indicatorischer und executiver Bewegung, im direct gesteuerten Wendegetriebe die Wirkung des Abstandes von Wirklichkeit und Absicht ist. Das Vorzeichen dieser Differenz ändert sich d. h. die Umsteuerung erfolgt dort, wenn die Execution die Indication überschreitet, hier, wenn die executive Bewegung das Ziel überschreitet. Praktische Unvollkommenheiten haften beiden allgemeinen Lösungen des Maschinenproblems an; am Relais bestehen sie in der mit der Länge der indicatorischen und executiven Leitungen zunehmenden Ungenauigkeit, im anderen Falle in den Mängeln der referirenden und steuernden Leitungen. Lässt sich allgemein nicht entscheiden, welche Lösung die zweckmässigere ist, d. h. welcher der beiden Wege die Erreichung des Endziels mit dem höchsten Grade von Sicherheit und dem geringsten Aufwand ermöglicht, so ist doch erkennbar, dass in beiden Fällen die Genauigkeit des Messens eine gleich wichtige Rolle spielt, dass es dort auf die präcise Indication d. h. die genaue Bemessung des zu Bewirkenden, hier auf die zuverlässige Erkenntniss der Differenz zwischen Bewirktem und zu Bewirkendem ankommt.

Ist die auszuführende Bewegung zum Voraus genau bestimmt, indem entweder die Arbeit des Bemessens derselben schon geschehen oder ihr Mass von uns willkürlich angenommen ist, so bietet das Relais das bequemste Mittel zur Ausführung; bevorzugen wir doch stets gern die nur befehlende Thätigkeit, sobald uns zuverlässige Organe dienstbar sind.

Suchen wir nun noch die Vorgänge zu verfolgen, welche zwischen den Einlassganglien der Empfindungsnerven G_s und den Auslassganglien G_e der Willensnerven im centralen Theile des Gehirns stattfinden, so ist wenigstens soviel erkennbar, dass die lenkende Thätigkeit, mit welcher wir unsere menschliche Maschine dem Ziele entgegensteuern, stets aus dem Unterschiede des Willens von der beobachteten oder vorgestellten Wirklichkeit d. h. aus der Differenz der Indication und dem Referate der Execution hervorgeht. Diesen Theil der geistigen Functionen als Bindeglied dem Systeme der Maschine eingefügt, werden die steuernden, executirenden und referirenden Leitungen zu einer geschlossenen Kette vereinigt, deren Wirkung nun mit derjenigen des Relais insofern übereinstimmt, als die in uns und durch uns eingeleitete Indication an einer anderen Stelle des geschlossenen Systems, am Wendegetriebe, die Zuführung entsprechender motorischer Kraft bedingt.

Es bliebe also schliesslich noch die Bildung des Gedankens selbst und dessen Umbildung zum Vorsatz d. h. zum inneren und eigenen dictatorischen Befehl übrig, dessen Inhalt, ähnlich dem Dictat unserer Dictatoren (s. S. 586, Blatt 28), als Wille ausfliessend, in dem Masse abläuft wie das Referat einläuft. So stellt sich unsere innerste lenkende Kraft als der Unterschied des in uns wohnenden Idealen von dem individuell Realen dar. Doch hier haben wir schon das psychologische Gebiet betreten und dasjenige der Maschine verlassen.*)

Weitere Entfaltung der Maschine.

Die Verwendung elektrischer Leitungen für die Transmission der Organfunctionen der Maschine, durch welche zunächst eine grosse Erleichterung in der Ueberwindung localer Schwierigkeiten gewonnen wurde, setzt uns weiterhin noch in den Stand, uns von der bisher angenommenen Ortsbeständigkeit der Endorgane (Indicator, Motor, Executor und Referent) und des Knotenpunktes der Maschine loszusagen und uns zu einem höheren und freieren Standpunkt in der Behandlung machinaler Aufgaben emporzuschwingen. Ein Beispiel möge dies zeigen.

Der Torpedo T, Fig. 17, Blatt 24, sei als Schiff (eventuell submarin) mit den zu seiner Fortbewegung und Steuerung nöthigen Einrichtungen vollständig ausgerüstet, die zur Bedienung des Schiffes erforderliche Mannschaft jedoch herausgenommen, ohne damit deren Beziehung zum Schiffe abzubrechen, welche vermittelst elektrischer Leitungen von einem Hauptschiffe AB aus in der Weise benutzt werden soll, dass das Minenschiff T nach dem Zielpunkte Z des feindlichen Schiffes F geschickt und dort mit eintretendem Contact zur Explosion gebracht werden kann.

Bei gleichzeitiger Bewegung des Hauptschiffes AB und des feindlichen Schiffes F lässt sich das von der Beobachtungsbasis A-B ununterbrochen optisch verfolgte Ziel Z im Inneren des Schiffes von einer kleineren Basis A_1-B_1 aus vermittelst selbstthätiger Erhaltung der Aehnlichkeit der Dreiecke ABZ und $A_1B_1Z_1$ reconstruiren. Das Minenschiff T mit seinem Motor M bedarf nun nur noch der Ausrüstung mit Relais, um von der centralen Kammer des Hauptschiffes aus nach Massgabe der Indication seinem beweglichen Ziele entgegengeführt zu werden, wobei die erforderlichen Leitungen, zu einem Kabel vereinigt, dessen specifisches Gewicht nur wenig grösser als dasjenige des Seewassers sein dürfte, von einer Trommel am Hauptschiffe mit geeigneter Anspannung sich in dem Masse abwickeln müssen, wie das Minenschiff sich von diesem entfernt.

Ebenso wie wir im Stande sind, den Verlauf der indicatorischen Bewegung, welche in dem veränderlichen Dreiecke A_1 B_1 Z_1 ununterbrochen auf das Ziel Z_1 gerichtet ist, graphisch darzustellen, lässt sich auch vom Minenschiffe aus rückwärts dessen executive Bewegung vermittelst entsprechender referirender Leitungen von Weg- und Winkelmessern (letztere auf continuirlicher

*) Auf die Betrachtung der Reflexbethätigungen mit Bezugnahme auf das Interferenzrelais (Blatt 26) muss hier verzichtet werden.

Wiedergabe des Winkels zwischen Compassnadel und Schiffsaxe beruhend) nach dem Hauptschiffe hin melden und hier im Zieldreiecke $A_1 B_1 Z_1$ reproduciren, so dass wir Differenzen zwischen Indication und Execution durch entsprechend vermehrte Indication corrigiren können.

Man kann sich nun zwar vorstellen, wie sich auf die beschriebene Weise aus dem Leibe eines Mutterschiffes mehrere Minenschiffe nach beweglichen Zielen in verschiedenen Richtungen ausschicken liessen, die zufällige Entzündung der Minen während der Fahrt durch Verriegelung des Contactmechanismus verhindert werden könnte, sowie die Rückkehr der ausgesendeten Schiffe jederzeit zu bewerkstelligen wäre; die Schwierigkeiten der praktischen Durchführung aber, besonders auf offener bewegter See und mit Rücksicht auf die Massenwirkungen in der Maschine — sind Legion*).

Genöthigt, die vorliegende Arbeit rasch zu beendigen, müssen wir auf die weitere speciellere Verfolgung des Problems des mechanischen Relais vorläufig verzichten, obgleich gerade jetzt, wo das System desselben übersichtlich vor uns liegt und als Vollbegriff der Maschine**) unser eigenes Wesen reflectirt, der Geist, welchem wir bis hierher folgten, freundlich winkt, weiter zu schreiten, indem er uns zugleich Waffen in die Hände drückt, mit deren zerlegender und bildender Kraft wir uns selbst Bahn brechen können. Wie Reuleaux aus der kinematischen Kette durch Umstellung, Vermehrung und Verminderung der Gliederzahl, Erweiterung der Elementenpaare u. s. w. eine Fülle von Erscheinungsformen ableitet, die Uebersicht über bestehende Mechanismen durch den Nachweis ihrer Verwandtschaft erleichtert und damit zugleich die Mittel zur Bildung neuer Mechanismen bietet, so können wir auch hier für das ganze System der Maschine, nachdem die sein Wesen bedingenden eigentlichen Dimensionen sämmtlich erkannt sind, ähnliche und nicht minder fruchtbare Methoden aufstellen. Bei den Regulatoren ist schon früher gelegentlich auf die Analogie ihrer Basis mit dem festgehaltenen Gliede der kinematischen Kette hingewiesen worden. Sehr ergiebig ist das Verfahren der Steigerung der einzelnen Dimensionen, insbesondere lässt sich dadurch das bisher kurz als Knoten des Maschinensystems bezeichnete Wendegetriebe mit Steuerung zu einem vielgestaltigen, mit den Endorganen zusammenwachsenden Gebilde ausdehnen. Andererseits zeigt das reductive Verfahren die Gewinnung der Minimalformen des mechanischen Relais*). Die motorische Umkehrung ist früher, bei den Wendegetrieben, schon geübt worden. Weit ist das Feld der Spaltung der Organe und der Combination verschiedener Maschinen mit theilweise gemeinsamen Organen, deren Leitungen sich zu charakteristischen Netzen entwickeln**); ferner ist von Interesse die Vereinigung mehrerer Rotations- oder Hubrelais zu dem Zwecke der executiven Bewegung nach beliebig indicirten Curven in der Ebene und im Raume; dann die Potenzirung, d. h. die successive Steigerung der Wirkung durch Aneinanderreihung mechanischer Relais***) u. s. w.

Eliminiren wir auch unsere soeben zur Beherrschung ausgedehnter Maschinencomplexe gelangte, indicirende Hand selbst noch, indem wir die im Voraus bestimmte und körperlich (z. B. durch Curvenführung) zum Ausdruck gebrachte Indication einem Uhrwerke anvertrauen, oder die Indication in mechanisch bedingter Weise durch die Summe von Einflüssen erfolgen lassen, welche, nach Mass und Zeitfolge unvoraussehbar wechselnd, von der Maschine gesetzmässig aufgespeichert, transmittirt, combinirt und ausgelöst werden, so gelangen wir zur Automatik, der vollständigen Ablösung der Maschine vom Menschen, stehen aber zugleich vor der unermesslichen, niemals überschreitbaren Kluft zwischen der nur nach bestimmten Functionen vor sich gehenden Maschinenarbeit und der in fortwährendem Kampfe mit der Aussenwelt mannigfaltig wechselnden, nach idealen Zielen strebenden Thätigkeit des Menschen.

---

*) Von den Herren Siemens & Halske in Berlin wurde mir nachträglich mitgetheilt, dass dieselben vor mehreren Jahren auf dem Tegeler See versuchsweise ein Schiff vom Ufer aus bewegt haben. Die motorische Kraft wurde durch ein Kabel elektrisch zugeleitet und die Steuerung des Schiffes vermittelst Wendegetriebe besorgt. Eine befriedigende Lösung der Aufgabe scheint nicht erzielt worden zu sein. Nach der hier von mir dargelegten Idee hingegen würde das als Executor anzusehende Minenschiff selbst den Motor in sich tragen, z. B. in Form eines Vorrathes von comprimirter Luft, welche zum Betriebe der Schiffsschraube und des Steuerruders in entsprechenden Kraftmaschinen als motorische Flüssigkeit dienen würde. Demnach fiele das Kabel leichter aus, denn es würde nur durch die indicatorischen und referirenden Leitungen mit ihren isolirenden Umhüllungen gebildet. Weiterhin ist aber die hier vorgeschlagene Verwendung des mechanischen Relais in sofern von praktischer Wichtigkeit, ja für die willkürliche Bewegung submariner Minenschiffe, deren Lauf nicht direct beobachtbar ist, fast unentbehrlich, als den mannigfachen Schwierigkeiten und Fehlerquellen gegenüber in der Möglichkeit des Vergleiches der Indication mit dem Referate der Execution ein höherer Grad der Sicherheit oder doch der Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen Erstrebung des Zieles geboten wird. Aber rasch nähern wir uns schon der höchsten Leistung des Angriffs, dem Werfen von Minen aus Geschützen.

Die willkürliche Bewegung eines Fuhrwerkes auf gerader Bahn — vorwärts, rückwärts und mit beliebiger Geschwindigkeit — vermittelst attachirten Motors, nach Massgabe der mechanisch-elektrischen Indication von einem anderen, gleichfalls in Bewegung befindlichen Fuhrwerke aus habe ich in der Versammlung des Frankfurter Bezirksvereines und Technischen Vereines am 27. September d. J. durch praktische Versuche erläutert.

**) Maschine in der vollen Bedeutung des Wortes, nicht vollständige Maschine, noch viel weniger aber vollkommene Maschine.

*) Verschiedene solcher Relais, deren Organe abwechselnd mehreren Functionen dienen, habe ich in meinen Vorträgen über Kinematik an der techn. Hochschule zu Darmstadt angegeben. Für Regulatoren ist besonders die Indication in widerstandsfreien Intervallen von praktischem Werth. Durch motorische Umkehrung ergiebt sich die passive Wirkung, welche, bei modernen Steuerungen häufig benutzt, in Blaha's Werk über Dampfmaschinensteuerungen gebührende Würdigung gefunden hat.

**) Hier eröffnet sich das Gebiet der Vertheilung und Sammlung in der Maschine. Dieser Theil der Aufgabe bildete den Gegenstand eines vor mehreren Jahren im Frankfurter Bezirksvereine von mir gehaltenen Vortrages: „Ueber die Leitungssysteme der Wasserversorgungen und Entwässerungen, sowie deren Analogien in der Natur und im Verkehrsleben."

***) Dies geschah bei den Hamburger Versuchen.

Rückblick und Uebersicht.

Nicht weniger lohnend ist von der gewonnenen Grundlage aus die Analyse der Entwickelung der Maschine von ihren ersten Anfängen an, der Blick rückwärts auf das Wachsen der Maschine aus dem Urmenschen heraus, der zunächst seine eigene executive Kette ausbildete, indem er sich mit Waffen und Werkzeugen d. h. mit solchen Körpern ausrüstete, deren Superiorität gegenüber der in seinem Wirkungsgebiete sich ihm entgegensetzenden oder ihn bedrohenden Aussenwelt seine active und passive, angreifende und vertheidigende Thätigkeit zu steigern geeignet waren*). Weite Zeiträume mögen durchlaufen worden sein, bis das Prototyp der vom Menschen abgetrennten Maschine, das zwangläufige Elementenpaar, dessen älteste Repräsentanten wir in den Mühlsteinpaaren und Bohrern finden, der umgebenden Körperwelt abgerungen war, und thatsächlich dauert dieser Kampf, wie Reuleaux z. B. an der charakteristischen Abnahme der Flankenspielräume der Zahnräder und an dem Zwanglauf der Transportbahnen treffend dargelegt hat, in der Steigerung der Präcision der Maschine heute noch fort. Mit diesen elementaren Maschinen, der Töpferscheibe, der Drehbank, dem Schleifstein u. s. w., sehen wir den Mechanismus des Menschen selbst derart kinematisch verkettet, dass er nach seinem Willen steuernd und treibend zugleich wirkt, dort mit unbewaffneter Hand Gefässe formend, hier das Werkzeug führend, dann wieder das Werkstück haltend.

Aus dem Bedürfnisse, die durch das Elementenpaar gesicherte Bewegungsform mit der unserem eigenen Körper bequemeren Bewegung in Einklang zu bringen, ging die kinematische Kette hervor, deren Receptor die uns als Treiber dienliche Bewegungsform und Geschwindigkeit darzubieten hatte.

Verfolgt man nun die Verbesserung der Maschinen und die Entstehung specieller Arten im Zusammenhange mit dem Fortschreiten der zunächst am einzelnen Menschen selbst in seinen abwechselnden Bethätigungen als Keim vorliegenden Arbeitstheilung, so kommt zugleich der schon früh beginnende Process der Ablösung des Menschen von der Maschine zum Vorschein**). Dem Vorspann animalischer Kräfte folgt die Verwerthung der Wind- und Wasserkräfte, indem man die Maschinen ihnen passiv entgegensetzte. Langsam vollzog sich die Abtrennung der Kraftmaschine***).

Nebenher schreitet — ausgehend vom Wurf, den schon das Thier übt — die Ausbildung des Ansammelns und Auslösens treibender Kraft, vom Pfeil werfenden Bogen zur leitenden Armbrust und mächtigen Wurfmaschine, doch vergeblich dauerte durch Zeitalter hindurch der Kampf um die Dienstbarmachung der ausgelösten latenten Kräfte der Körperwelt. Des Feuers schaffende Macht hatte zur Geltendmachung seiner Kraft selbst erst die Mittel vorzubereiten, das zwangläufige Elementenpaar zu liefern, welches als Wurfmaschine mit der Erfindung des Pulvers seine gewaltige Culturarbeit zu verrichten begann.

Nach mühevollem Ringen der Geister, des Dampfes Kraft lenksam der Maschine anzuvertrauen, findet dieser endlich in James Watt seinen wahren Steuermann, und mit rasch auf einander folgenden Schritten ist die höchste Stufe der Maschine erklommen: die motorische Kraft ausgelöst, die Bewegung gewendet, die Steuerung der Maschine selbst anvertraut und durch Hinzufügung des Regulators dem Werke die Krone aufgesetzt*).

In die Vorzeit der Dampfmaschine zurückschauend und dann den gewaltigen Aufschwung der Maschinentechnik und unserer Cultur bis auf die Gegenwart verfolgend, zeigt sich unseren Blicken deutlich, wie parallel laufend mit der Ausbildung unserer motorischen und executiven Mittel auch die übrigen Organe des vollständigen Systems der Maschine, die indicirenden und referirenden Leitungen — dem Zwecke nach zwar entgegensetzt, im Wesen aber identisch — durch wunderbare Entdeckungen auf dem Gebiete der Telegraphie, der Optik, der Akustik u. s. w. gleich mächtig gefördert werden. Ebenso klar erkennen wir aber auch, wie in dem entstandenen Netze von indicirenden, motorischen, executiven und referirenden Leitungen, welches, den Erdball mehr und mehr umspinnend, die Thätigkeit des Individuums und den Verkehr der Völker in seine Bahnen lenkt, der Mensch von seiner anfänglichen treibenden Verkettung mit der Maschine sich allmälig lostrennt und zu deren Dictator dadurch erhebt, dass er die Leitungen des machinalen Systems schliesst. Eine charakteristische Lösung dieses Problems ist das mechanische Relais. In dieser geschlossenen machinalen Organkette wird unser Wille, die Differenz von Dictat und Referat, die Execution mit dem Aufgebote des zur Ueberwindung der auftretenden Widerstandshöhe er-

*) Die in der zweckmässigen Verknüpfung des Werkzeuges mit dem Menschen, z. B. in der Handlichkeit, liegende Entwickelung ist Gegenstand interessanter Betrachtungen in den „Grundlinien einer Philosophie der Technik“ von Prof. Dr. Ernst Kapp.

**) Vergl. „Die Maschine mit Rücksicht auf ihre Bedienung“, von Dr. K. L. Schadwill, in den „Verhandl. d. V. zur Bef. des Gewerbfl.“ 1878, S. 233. Es wird sich jedoch weiterhin noch mehr zeigen, dass die Bedienung der Maschine nur eine ihrer Beherrschung untergeordnete machinale Bethätigung ist.

***) In einem abgelegenen Thale des Cantons Zug waren vor etlichen Jahren noch die Schläge eines kleinen Pochwerkes zu hören, dessen hölzerner, in horizontalen, offenen Lagern schwingender Arm am einen Ende den Pochstempel trug, auf der entgegengesetzten Seite hingegen als Löffel ausgehöhlt war. Das zugeleitete Bachwasser, diesen füllend, hob den Stempel, um ihn dann, indem es zum Abfliessen gelangte, wieder zurück fallen zu lassen, hierauf das Spiel von Neuem beginnend.

*) In Watt's direct wirkendem Regulator erkennnen wir einen Specialfall des mechanischen Relais für constante Geschwindigkeit und unveränderlichen Bewegungssinn, in welchem die indicatorische Bewegung durch Anwendung des Centrifugalpendels eliminirt und die Steuerbewegung auf die Ablenkung der Hülse von der mittleren d. h. der indicirten Geschwindigkeit entsprechenden Stellung reducirt ist, deren Aenderung, z. B. durch Verkürzung oder Verlängerung der Stange m des directen Uebertragers in Fig. 1, Blatt 24, die Indication verschiedener Geschwindigkeiten bedeuten würde.

forderlichen motorischen Gefälles ausgelöster Kräfte unausgesetzt verfolgend, zum umwälzenden Agens.

Für die Coincidenz der hier entwickelten Organisirung der Maschine mit deren wirklichem Wesen spricht sowol das Resultat der Analyse als auch die synthetische Erprobung. Die weitere Benutzung des dargelegten Systems in der Lösung von Aufgaben, die es selbst in Fülle darbietet, wird zur Läuterung und Schärfung desselben beitragen.

Wie die geschlossene kinematische Kette die Form der Bewegung und die Geschwindigkeitsverhältnisse bedingt, indem sie, mit ihrer Festigkeit alle auf deren Aenderung hinwirkenden Kräfte zurückweisend, von allen denkbaren Bewegungen nur die von uns geforderten zulässt, so wird in der geschlossenen machinalen Organkette die Bewegung nach Sinn, Mass und Geschwindigkeit erzwungen. Hier entspricht der Aenderung der auftretenden Widerstände der äquivalente Unterschied der treibenden Kräfte, dort treten im Spiel der störenden, äusseren Kräfte denselben stets gleiche innere d. h. latente Kräfte entgegen. Hier sehen wir im Gange der Maschine die Differenz zwischen Indication und Execution, dort die elastische Nachgiebigkeit unvermeidlich, wie der Vorsatz stets die Ausführung hinter sich lässt. Grenzen sind dort in statischem Gleichgewichte dem Zwanglauf der kinematischen Kette durch die Festigkeit ihrer Construction, hier der Maschinenwirkung in dynamischem Gleichgewichte durch die Höhe der disponiblen Arbeitsstärke gesetzt.

Durch die Zusammenfassung beider Functionen*) ist die Maschine zur gehorsamen und strengen Vollführerin unseres Willens geworden; ihre Thätigkeit ist die kategorische Aeusserung desselben, die Vervollkommnung der Maschine das Emporringen zur Bestimmtheit des positiven, jede Negation ausschliessenden Verfahrens. So zeigt es sich denn, dass in Reuleaux's Definition der Maschine: „Eine Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet ist, dass mittelst ihrer mechanische Naturkräfte genöthigt werden können, unter bestimmten Bewegungen zu wirken", es die Bedeutung des Wortes „können" ist, in welcher unsere ganze Herrscherkraft über die Maschine verborgen liegt und die reichsten Schätze noch zu heben sind. Hier knüpft unsere individuelle Energie an, unsere receptorische und indicirende Thätigkeit, die vermittelst der geschlossenen Organkette der Maschine unseren Willen paart mit Kraft zur That. Unsere machinale Thätigkeit als einen fortdauernden Kreislauf von Wollen, Handeln und Ermessen erkennend, der uns neue hilfreiche Gewalten unterordnet und somit rückwirkend unsere Schaffungskraft selbst wieder steigert, sehen wir zugleich in der uns zugeordneten und untergeordneten Maschine uns selbst wachsen, in ihr die Erweiterung unseres „Ich".

Schlussbemerkung.

Wohl hätten die angegebenen Entwürfe von Mechanismen eingehender behandelt und andere, praktisch nicht minder wichtige Lösungen specieller Aufgaben hinzugefügt werden können; unser Hauptzweck war jedoch die allgemeine Lösung des Problems des mechanischen Relais, für welche jene nur als erläuternde Beispiele dienen sollten. In der schliesslichen Erkenntniss der Maschine nach dem vollen Inhalte ihres Wesens als Dienerin unseres Willens, sind zugleich diesem selbst bei der synthetischen Erschaffung der Maschine zur Entfaltung seiner bildenden Kraft in der lebendigen Erfassung der machinalen Organkette die Bahnen schon gelegt.

Zwar liegt die Entstehung der hier dargelegten Ideen weit zurück, doch gab mir erst der Untergang des „Grossen Kurfürst" Veranlassung, dieselben zu einem geschlossenen Ausdruck zu vereinigen. Jenes nationale Unglück musste jedem Maschinen-Ingenieur ein Ansporn sein, die Bewegung unserer Kriegsschiffe in der Weise zu ermöglichen, dass des Befehlshabers Wille und nur dieser, jedes Missverständniss ausschliessend, zum unbedingten Ausdruck gelangt. Der technischen Literatur, der deutschen

*) Hier komme ich zu guterletzt noch zur vollen Würdigung der sogenannten Organprojection, welche Kapp in seinen von mir schon früher erwähnten „Grundlinien einer Philosophie der Technik" entwickelt hat. Wenn deren Giltigkeit mir zunächst beschränkt, ja sogar zweifelhaft erschien, so lag der Grund hierfür, wie sich jetzt erst deutlich erkennen lässt, darin, dass die von ihm behandelten Beispiele, an welchen die Analogie der machinalen Kunstwerke des Menschen mit seinen eigenen Organen nachzuweisen versucht wurde, trotz ihrer lichtvollen Darstellung des nöthigen organischen Zusammenhanges d. h. desjenigen Zusammenhanges entbehrten, welchen die Dinge im Menschen selbst haben. Kapp's Betrachtungen fussen vorwiegend auf dem Mechanismus der zwangläufigen kinematischen Kette, und wo sie sich von dieser allein nicht zureichenden Grundlage entfernen müssen, verliert die Generalisirung ihrer Ergebnisse an Kraft. Die hierin bestehende Einseitigkeit beruht jedenfalls in dem beschränkten Begriffe der Kinematik selbst. Ihre Aufgaben erstrecken sich nur auf die Formen und die Verhältnisse der Bewegungen. Damit ist aber die Maschine in der vollen Bedeutung des Wortes noch nicht umfasst. Wollen wir dies, so müssen ausser den Kräften, die normal zur Bahn auftreten, noch die tangentialen Kräfte in Betracht gezogen, d. h. zu den die Bahn sichernden Kräften die treibenden Kräfte hinzugefügt werden. Hiermit erweitert sich das Gebiet wesentlich und vervollständigt sich unsere Aufgabe, zugleich treten wir aber damit über die Grenzen der Kinematik d. h. der „Wissenschaft von derjenigen besonderen Einrichtung der Maschine, vermöge deren die gegenseitigen Bewegungen in derselben, soweit sie Ortsveränderungen sind, zu bestimmten werden" hinaus auf dasjenige der Maschinentheorie überhaupt, oder es bedürfte doch die Kinematik, wenn sie zum Sammelbegriff erhoben werden sollte, nach dieser Richtung hin mindestens noch des Ausbaues. Hieraus dürfte sich in Reuleaux's theoretischer Kinematik die kurze Behandlung der Wendegetriebe erklären, die, soweit sie auf Lösung und Verbindung kinematischer Glieder beruhen, allerdings in kinematischer Richtung wenig charakteristische Eigenthümlichkeiten darbieten. Bringen wir aber nun Kapp's Organprojectionen in den Zusammenhange der Organe des machinalen Systems, welches sich in der Betrachtung des Menschen als Maschine gezeigt hat, so leuchtet uns das Spiegelbild des Menschen aus seinen Werken entgegen. An dieser Erkenntniss, der unbewusst wir entgegengesteuert sind, nun angelangt, glauben wir, schliesslich selbst einen Beitrag zur Giltigkeit der Kapp'schen Lehre von der Organprojection geliefert zu haben, in welcher der Anfang zur Ausbildung einer Descendenztheorie der Maschine zu erblicken ist.

wenigstens, schien die Aufgabe des mechanischen Relais noch unbekannt zu sein. Erst Prof. Rittershaus theilt in seiner kürzlich erschienenen, von uns schon citirten Arbeit, auf die der Bedeutung des Gegenstandes nicht entsprechende bisherige Ausserachtlassung hinweisend, eine Reihe englischer und französischer Constructionen mit, die er „Kraftvermittler" nennt. Abgesehen davon, dass derartige Mechanismen vorwiegend auf Kriegsschiffen zur Verwendung kamen, mögen die, meistens den Inhalt nicht ahnen lassenden verschiedenen Namen, welche man ihnen gab, zur Erklärung der Thatsache beitragen, dass die allgemeine Maschinentechnik diese Mechanismen kaum beachtete. Unabhängig, wie die vorliegende Arbeit entstanden, musste auch die Nomenclatur erst geschaffen werden, und erlaube ich mir hier nur hinsichtlich des Wortes Executor zu bemerken, dass der, in seiner Bedeutung übrigens sehr verwaschene Name Werkzeug keineswegs als Bezeichnung des Endgliedes der executiven Kette hätte eingeführt werden dürfen.

Nach neueren einschlägigen Patenten zu urteilen, scheint das mechanische Relais, hauptsächlich in seiner Verwendung als Uebertrager für Regulatoren, nun auch in Deutschland mehr Boden zu gewinnen. Dass der „Grosse Kurfürst" ein (zwar nicht vom Steuermann direct benutztes) mechanisches Relais für die Bewegung des Steuerruders besass, ist mir kürzlich bekannt geworden. Dasselbe besitzt zwei rechtwinklig gekuppelte Dampfmaschinen mit Stromwendung, soll jedoch bei der Katastrophe nicht in Gebrauch gewesen sein. Aus einem von Herrn Ingenieur W. Schmidt in Oberhausen vor dem Bezirksvereine an der Niederen Ruhr gehaltenen Vortrag über „Neuere maschinelle Einrichtungen der deutschen Kriegsmarine", dessen Veröffentlichung bevorsteht, werden einschlägige Detailconstructionen zu entnehmen sein.

Zweckmässige Verwendung würde das mechanische Relais für Wasserstandsregulatoren finden können, wobei der Schwimmer als Indicator zu dienen hätte, ferner für die Bewegung schwerer Regulirschützen von entfernten Orten; zahlreiche Aufgaben bietet das Signalwesen; in Bessemerhütten dürfte dessen Einführung an Stelle der gebräuchlichen Claviatur in Betracht zu ziehen sein.

Bei Prüfung des Inhaltes der nachstehend angegebenen Literatur wird sich nicht allein herausstellen, dass die verschiedenen Mechanismen recht gut in unsere Classification zu bringen sind, sondern auch dass einzelne mit meinen Entwürfen nahezu übereinstimmen; gänzlich erschöpft ist das Gebiet jedoch keineswegs.

Le Servo-Moteur ou Moteur-asservi. Gouvernails à vapeur Farcot. Description théorique et pratique par Joseph Farcot, Ingénieur. Paris. J. Baudry. 1873.

Steam Stearing Gear, constructed by Mr. James Nelson, Engineer, Gateshead-on-Tine. „Engineering" 1879, I, S. 255.

Umsteuerungsmaschine für Dampfmaschinen von Dingler in Zweibrücken. D. R.-P. No. 4296.

Dampfmaschinen-Umsteuerungen mit Relais von Ch. Beer in Jemeppe, ferner von Farcot und Quillacq, siehe: „Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung", von A. Riedler. Wien, 1879. S. 28 u. 29.

Sur l'embrayeur électrique à bord des navires. Note de MM. Trève et Achard. „Comptes rendus." 1879. S. 154.

Neuernngen an Schiffscompassen zum Anzeigen von Abweichungen der Schiffe von dem vorgeschriebenen Curs, von H. A. Severn in London. D. R.-P. No. 6578.

Hydromagnetisches Steuer von Jean Caselli in Florenz. D. R.-P. No. 1587.

W. Ehrhardt's Centrifugalregulator. „Civilingenieur" 1859, S. 263.

F. Knüttel's Regulator für selbstthätig variable Expansion, ausgeführt von A. Wever & Co. in Barmen. D. R.-P No. 2203.

Indirecter Uebertrager von Ingenieur Hartmann in Augsburg. D. R.-P.

Indirect wirkender Regulator von K. F. A. Wienke in Rostock (Mecklenburg). D. R.-P. No. 4512.

Wie es mir zur Genugthuung gereichen würde, wenn die vorliegende synthetische Studie, als der erste Versuch der Erschliessung eines bisher nicht gebührend gewürdigten, fruchtbaren Gebietes, zur weiteren Bebauung desselben Anregung bieten sollte, so würde es mich auch freuen, zur praktischen Verwendung der angegebenen Constructionen oder zur Lösung verwandter Aufgaben die Hand bieten zu können.